北海道農業試驗場彙報

第 64 號

昭 和 28 年 2 月

RESEARCH BULLETIN

OF THE

HOKKAIDO NATIONAL AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION

No. 64

February, 1953

Published by

The Hokkaido National Agricultural Experiment Station

Kotoni, Sapporo, Japan

北 海 道 農 業 試 驗 場

札 幌 郡 琴 似 町

目　　次

CONTENTS

燕麥の濕性型並びに乾性型に關する研究
第1報　水分含量を異にする土壤に於ける發芽種子アミラーゼの消長

熊　谷　　　健*

STUDIES ON HYGROTYPE AND XEROTYPE OATS
I. CHANGE IN AMYLASE ACTIVITY IN OAT SEEDS GERMINATING UNDER DIFFERENT SOIL MOISTURE CONDITIONS

By Takeshi KUMAGAI

I. 緒　　言

植物の同一種の中には，根が深く土中に入り気孔が少なくクチクラが発達した，所謂乾性的形質を持ち乾燥地に分布をなすものと，これと反対の形質を持つた湿性型或は中性型のものとがある。これらの生態型を異にする植物の形態的性質，組織的構造及び生理的機能はその外界条件，特に土壤の湿度と密接な関係を有している。従つてこのような生態型を異にする植物は，外界の条件によつてその適応現象に差異を生ずることが推定せられる。

燕麦と水分との関係については従来多くの研究があり，燕麦は水分の多寡によつてその生育が著しく左右され，又発芽時に際しての種子の水分吸収量も禾穀類中で特に大である事が報ぜられている。又燕麦には生態的，且つ形態的特性上より分類された所謂乾性型，湿性型と称される品種が存在しているが，これらの生態型を異にした品種に於ける水分生理的機能の適応現象を明らかにすることは意義あると思われる。筆者は燕麦種子が澱粉種子であり，その発芽には特にアミラーゼの作用が重要視せられるべきであることに着目して，土壤条件の差異によつて上述の生態型の異つた種子の発芽に際してのアミラーゼの作用力がどのように変化するかに就いて研究し，二三の結果を得たのでここに報告する。

* 畜産部飼料作物研究室

II. 材料及び方法

アミラーゼの実験に用いた材料は，昭和26年度北海道農業試験場産の燕麦種子の「ブラツク・メスダーク」(所謂湿性型と称される品種),「キテー」及び「ビクトリー1号」の3品種を用いた。各品種は硝子室に於て，あらかじめ所定の土壤水分を保つた10万分の1ワグナーポツトに播種し，播種後3日おきに種子20粒宛採取して試料を調製した。土壤水分は重量法によつて40，70，95%の3区に分け，所定の水分量を保つように毎日灌水した。アミラーゼの糖化力測定の方法は次の通りである。

1.　酵素液：　各実験区より試料として20粒採取後,直ちに内外穎を除き胚乳部と胚盤部に分け，胚乳部を乳鉢中にて 20cc の蒸溜水と共に磨砕して沈澱管に移し，数回振盪攪拌1時間浸出させ，遠心分離器（3000回転6分）で沈澱する固形物を去り，上部の5ccを酵素液とした。

2.　澱粉液：　2%の可溶性澱粉液を使用した。

3.　緩衝液：　McILVAINE　枸櫞酸燐酸緩衝液を用いた。

4.　操作：　50cc容量の硬質硝子製3角瓶に2%可溶性澱粉液10ccをとり，これに緩衝液5cc及びトルオール2，3滴加え，所定の温度に於ける恒

温器中に30分間保たしめ後取出して，この中に上記の酵素液 5cc を添加して再び上記の恒温器に24時間入れ，時限後その 3cc を取り Mikro-Bertrand 法によつて糖分を定量した。別に対照試験として酵素液添加後直ちに煮沸して酵素作用を停止させ，その 3cc を取り同様に試料中の糖分を定量した。この対照の測定値を前記の測定値より引去り，これをアミラーゼ力とみなした。但し側定値は滴定に要した標準過マンガン酸カリ液の cc 量を以て示した。

III. 實驗結果

1. アミラーゼの最適水素イオン濃度

アミラーゼの最適水素イオン濃度決定に関する実験結果は第 1 表に示す通りである。これによると燕麦発芽種子の胚乳中に含まれる澱粉糖化酵素の最適水素イオン濃度は pH5.2 附近にあるものゝようである。

第 1 表　アミラーゼ作用の最適水素イオン濃度

Table 1 Optimum pH for amylase activity.

pH	実驗回数		
	I	II	III
4.0	8.87		
4.6		21.60	18.43
4.8	10.89	21.60	17.82
5.0		21.95	18.73
5.2		22.83	18.96
5.4	8.33	20.83	18.23

備考　酵素作用溫度は 30°C で施行し、表中の数値は標準過マンガン酸カリ液の消費量を示す。

2. アミラーゼ作用の最適溫度

緩衡液の pH を 5.2 とし既述の操作で各々の試料を異なる溫度に於ける恒溫器中に保たしめ，そのアミラーゼ作用力を比較したが，その結果は第 2 表に示す通りである。その結果によると燕麦発芽種子の胚乳に於けるアミラーゼ作用力の最適溫度は 30°C 附近にあるものゝようである。

3. アミラーゼの澱粉糖化に於ける消化時間

「ビクトリー 1 号」の未発芽種子を材料とし，澱粉糖化の消化時間を測定するため，2 %の可溶性澱粉液 5cc にトルオール 2cc を加え酵素液を注ぎ 24，48，72，96時間作用させて夫々の含糖量の変化を測定した。その結果は第3表の通りである。

これによると含糖量は作用時間24時間で著しく増加するが，更に72時間以上を経ても殆んどその増減が見られない。この結果によつてその種子中のアミラーゼの澱粉糖化作用は最初の24時間が極めて著しいことが推定される。

第 2 表　アミラーゼ作用の最適溫度

Table 2 Optimum temperature for amylase activity.

作用溫度 (°C)	実驗回数		
	I	II	III
10	12.63		
20	13.93		
25		16.93	
30	14.41	17.30	12.91
35			12.59
40	13.70		

備考　表中の数値は標準過マンガン酸カリ液の消費量を示す。

第 3 表　アミラーゼ作用と時間との関係

Table 3 Relation of amylase activity to time.

含糖量	酵素作用時間				
	0	24	48	72	96
測定値*	0.55	8.71	9.12	9.90	9.90
比　数	1	15.8	16.6	18.0	18.0

*滴定に要した標準過マンガン酸カリ液のcc量を示す。

4. 水分含量を異にする土壌に於ける發芽種子アミラーゼの消長

1951産「ビクトリー 1 号」,「ブラツク・メスダーク」, 及び「キテー」の 3 品種を用い，土壌水分40%，50%，95%の 3 区にそれぞれ播種し，品種による発芽種子胚乳に於けるアミラーゼの消長を比較した。

A. 40%區　発芽床の土壌水分を常に一定に保ち，播種後 3 日毎に各品種の試料を作り pH5.2 恒温 30°C の下で24時間作用させてアミラーゼ作用力の消長を検し第 4 表の結果を得た。それを図示すると第 1 図の通りである。第 4 表，第 1 図で見ると発芽種子中のアミラーゼ作用力の消長は品種により相違し，特に 3 品種の内「キテー」は他と著しく異る。先ず「ビクトリー 1 号」及び「ブラツク・メスダーク」は発芽と共に酵素量は漸次増大するが然しその後一時減少し，次いで再び次第に増大する。これに対し「キテー」の酵素量は初期殆んど増減を示さないが播種後24日目にいたり他

品種に先んじて減少する。

第4表　水分含量40%の土壌に於ける3品種のアミラーゼ作用力の消長

Table 4 Changes in amylase activities to three varieties under 40% soil moisture condition.

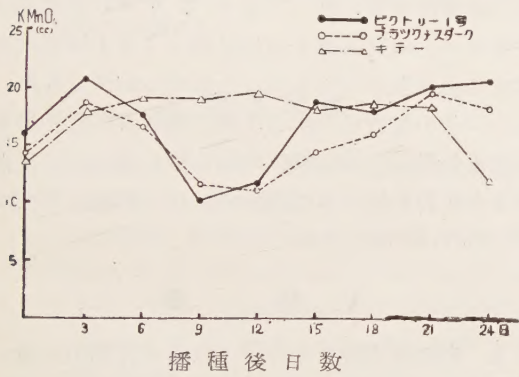
播種後日数	品種名		
	ビクトリー1号	ブラツクメスダーク	キテー
0	15.73	14.29	13.98
3	20.21	18.10	18.07
6	17.06	16.88	18.29
9	9.96	11.56	18.12
12	11.80	11.07	18.78
15	19.56	14.63	17.75
18	18.08	15.90	18.61
21	20.74	20.04	19.00
24	20.82	17.96	12.48

第1図　水分含量40%の土壌に於ける3品種のアミラーゼ作用力の消長

Fig. 1 Changes in amylase activities of three varieties under 40% soil moisture condition.

B.　75%區　前区と全く同様な操作で試料を調製し第5表並びに第2図を得た。これによると発芽初期の生育に於ては酵素力の消長は「ビクトリー1号」，「ブラツク・メスダーク」は略々同様な傾向を示しているが，生育の進むにつれ前者の酵素力の減少は遅くなる。これに反し「キテー」は発芽と共に漸次酵素力を増し，播種後12日目で最大酵素力に達し，以後「ブラツク・メスダーク」と同様に減少する。3品種の最大酵素力を示した日はいずれも播種後12日目であつた。

第5表　水分含量75%の土壌に於ける3品種のアミラーゼ作用力の消長

Table 5 Changes in amylase activities of three varieties under 75% soil moisture condition.

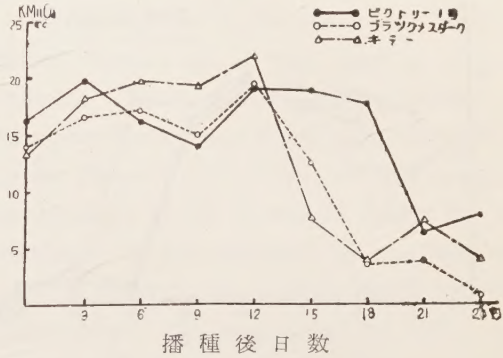
播種後日数	品種名		
	ビクトリー1号	ブラツクメスダーク	キテー
0	15.73	14.29	13.98
3	19.75	16.35	18.03
6	16.12	17.15	19.63
9	13.93	14.66	19.05
12	19.93	19.94	22.55
15	19.13	13.01	7.25
18	18.11	3.58	4.12
21	6.68	4.42	8.88
24	8.43	1.67	4.99

第2図　水分含量75%の土壌に於ける3品種のアミラーゼ作用力の消長

Fig. 2 Changes in amylase activities of three varieties under 75% soil moisture condition.

C.　95%區　前区と全く同様な操作で試料を調製し第6表及び第3図を得た。その結果によると「キテー」は発芽が進むにつれて次第に酵素力を増大し，播種後9日目で最高に達し以後急速に減少するが，「ビクトリー1号」，「ブラツク・メスダーク」は播種後一時酵素力は減少するが以後次第に増加し，12日で最高に達し後次第に減少する。このとき「ブラツク・メスダーク」は他品種に比しその減少は遅れる。

第6表　水分含量95%の土壤に於ける3品種のアミラーゼ作用力の消長

Table 6　Changes in amylase activities of three varieties under 95% soil moisture condition.

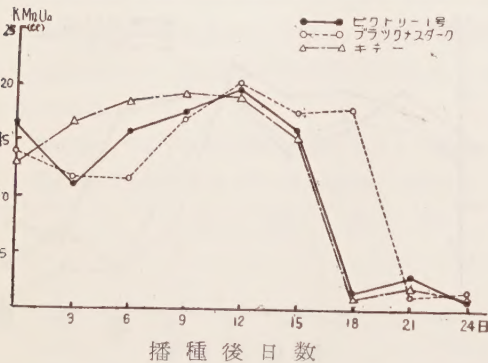
播種後日数	品種名		
	ビクトリー 1号	ブラック メスダーク	キテー
0	15.73	14.29	13.98
3	10.98	11.20	16.95
6	15.56	11.20	18.49
9	17.31	16.67	19.40
12	19.82	20.12	19.00
15	15.88	17.90	15.40
18	1.92	18.10	0.80
21	3.09	1.13	1.75
24	0.98	1.28	0.97

第3図　水分含量95%の土壤に於ける3品種のアミラーゼ作用力の消長

Fig. 3　Changes in amylase activities of three varieties under 95% soil moisture condition.

Ⅳ. 考　　察

各種の植物が自然環境と密接に関係して地理的分布をなし，それぞれの環境に適した特有の形質を備えていることは多く認められている。従つて湿性型並びに乾性型は葉面積，葉数，草重，気孔の数などその形態的相違が著しいばかりでなく，更に生理的機能も明らかに違うことが推定せられる。本実験に用いた3品種は夫々形態的特性が著しく異つた所謂湿性型及び乾性型である。これらの品種が環境条件を異にした場合，その生理的機能がどの程度の適応性を有しているかを知るため，第一段階として水分含量を異にした土壤に上記の3品種を播種し，それらの種子中のアミラーゼの糖化力の消長を比較検討した。

その結果によると，乾性型と称せられる「キテー」は土壤水分の少ない場合著明な酵素力を保ち発芽過程が進み，他品種に先んじて貯蔵澱粉が消耗せられるのを認めることが出来た。又土壤水分が比較的正常である75%区及び水分過剰の95%区に於てもその酵素力消長の推移は速であることが認められた。山岸（1937）は水稲種子の発芽に伴うアミラーゼの消長を濾紙上発芽と水中発芽とに分けて検したが，水中発芽の場合は著しく酵素力が弱かつたことを報じている。水中発芽と土壤内発芽とはその条件を明に区別して考えるべきであるが，燕麦種子に関する本実験の結果と比較するとき，水分過剰の状態の下でアミラーゼの活力は水稲の場合のように差異がないように思われる。然し品種間差異に就いて考えるとき，乾性型の「キテー」の発芽種子は他品種よりも土壤湿度に対する適応性が大であることが明らかにされた。而してその生育中の水分生理的機能及び乾性型並びに湿性型の生理的機能の適応性に就いては今後更に各生育を追い各時期に就いての詳細な検討が行われなければならない。

Ⅴ. 摘　　要

1. 燕麦発芽種子中のアミラーゼ作用力に就いての2, 3の実験を試みた。

2. 発芽種子中のアミラーゼの糖化作用に最適の酸度は pH5.2 附近にある。

3. 発芽種子中のアミラーゼの糖化作用の最適の温度は 30°C 附近にある。

4. 未発芽種子中のアミラーゼの澱粉糖化作用は最初の24時間が極めて著しい。

5. 水分含量の異なる発芽床に生態型の著しく異なる3品種，「ビクトリー1号」,「ブラック・メスダーク」及び「キテー」の種子を播種し発芽種子中のアミラーゼの消長を比較した。

a. 40%区：「ビクトリー1号」と「ブラック・メスダーク」は発芽と共に酵素量は増大し後一時減少し又次第に増加する。「キテー」は前2品種と異り中途で酵素力の減少を示さず長く均一な酵素力を保持し，播種後24日で前2品種に先んじて減少する。

b. 75%区：「ビクトリー1号」と「ブラツク・メスダーク」は略同様な傾向を示しているが，生育の進むにつれ前者の酵素力の減少は遅い。最大酵素力は何れの品種も播種後12日目である。

c. 95%区：「キテー」は発芽と共に次第に酵素力を増し，播種後9日目で最大酵素力を示し以後急速に減少する。「ビクトリー1号」，「ブラツク・メスダーク」は播種後一時酵素力を減ずるが播種後12日目で最大に達し，後急速に減ずるが「ブラツク・メスダーク」はやゝ遅い。

6. 以上の結果より「キテー」の発芽種子は他品種より土壌湿度に対する適応性が大であると考えられる。

本実験を行うに当り終始御懇篤な御指導と御鞭撻とを戴いた作物部佐々木技官並びに多大の御援助を與えられた当研究室伊藤三郎，大石美代子の諸氏に対して深く謝意を表する次第である。

参考文献

1. 伊藤半右エ門，1928：水稻種子の品種による生化学的差異．第1報 水稻種子の品種に依るアミラーゼ力の差異，札幌農林学会報，第90号，706—742.
2. Ergin, P. S., 1936: Changes in activity of emzymes, soluble carbohydrates and intensity of respiration of rice seeds germination under water. Pl. Physio., vol. 11, no. 4, 821-831.
3. 纐纈理一郎，1932：植物水分生理
4. Maximov, N. A., 1929: The plant in relation to water.
5. 田川隆，1943：水稻温床育苗に関する生理，形態並に解剖学的基礎研究〔I〕 第2報 発芽時に於けるアミラーゼの消長と組織搾汁 pH の変化，植物及動物，第11巻，第6号，371—374.
6. 山岸五平，1937：穀実の酵素化学的研究 第7報 米の澱粉糊精化酵素に就いて，日本農化誌，第13巻，1268—1274.
7. ———，1937：穀実の酵素化学的研究 第8報 発芽米中の澱粉分解酵素に就いて，日本農化誌，第13巻，1275—1283.
8. ———，1937：穀実の酵素化学的研究 第9報 米の発芽に伴ふ澱粉分解酵素の消長に就いて，日本農化誌，第13巻，1284—1295.

Résumé

1. The present paper describes the amylase activity of the germinating seeds of oat varieties of which one is called hygrotype and the other xerotype.

2. The optimum pH for amylase activity in the seed germination of oats was about 5.2.

3. The optimum temperature for the amylase activity in the seed germination of oats was about 30°C.

4. Amylase activity in the non-germinating seeds was very remarkable during the first twenty-four hours.

5. In addition to the above two oat varieties, Victory no. 1 was used as a check variety. Tests on the amylase activity of the germinating oat seeds were carried out under different soil conditions with moisture percentages of 40, 75 and 95. Under the soil condition of 40% moisture the amylase activity of Victory no. 1 and Black Mesdag (hygrotype) was very high at first, low temporarily afterwards, but high again after that. On the contrary, Kytö (xerotype) showed an uniform activity without decrease for a while, while afterwards the activity decreased on the twenty-fourth day after sowing. Under the soil condition of 75% moisture, amylase activity was almost similar to Victory no. 1 and Black Mesdag at the beginning, but decreased more slowly in the one than in the others. The maximum of their amylase activity in the germination process appeared on the twelfth day after sowing in both varieties. Under the soil condition of 95% moisture, Kytö showed rapid increase in amylase activity after the seed germination, and showed the maximum on the eighth day after sowing, with a speedy decrease afterwards. Victory no. 1 and

Black Mesdag showed decreasing activity for a while at the beginning, the maximum on the twelfth day after sowing, and a rapid decrease afterwards. Amylase activity decreased more slowly in the one than in the others.

6. It is suggested from the above results that the germinating seeds of Kytö are the best of the three in respect to adaptability to different soil moistures.

大豆の感温性感光性に關する研究
第1報　北海道に於ける大豆品種の感温性感光性とその地理的分布について

尾　崎　　薫*

STUDIES ON THE INTENSITY OF RESPONSE TO TEMPERATURE AND DAY-LENGTH DURING THE GROWTH PERIOD OF SOYBEANS
I. RESPONSE OF VARIETIES AND THEIR RELATION TO THE GEOGRAPHICAL DISTRIBUTON OF SOYBEAN IN HOKKAIDO

By Kaoru OZAKI

緒　　言

大豆品種の感温性，感光性程度の相違にもとづく生態型の分類に関しては既に2,3の報告があり主として播種期の相違による開花期の変異にもとづいて，小林(1946)は本邦産品種を，松本(1942)は本邦，朝鮮，滿州及びアメリカ合衆国の品種を夫々夏大豆型，秋大豆型及び中間型の3生態型に分類し，又，有賀(1948)及び永田(1950)は更に大豆の生育経過を詳細に観察し，上記3生態型を更に夏大豆第Ⅰ型，夏大豆第Ⅱ型，中間型第Ⅰ型，中間型第Ⅱ型，秋大豆第Ⅰ型，秋大豆第Ⅱ型及び秋大豆第Ⅲ型の7階級に分類し得ると述べている。又，これらの各種生態型の大豆品種の地理的分布には一定の傾向が認められ，上記の諸氏等によれば，一般に北方高緯度地方の栽培品種には夏大豆型のものが多く，南方低緯度地方に移行するに従つて中間型品種から漸次秋大豆型品種に移つて行くと言われている。而して小林，有賀，永田の諸氏は，北海道の大豆品種は何れも夏大豆型であると言い，松本は，一部には中間型品種の栽培が見られると言つているが，北海道に於ける大豆の栽培歴史は古く，気候的にも日本海面，大平洋面，オホーツク海面とで異なり，又栽培されている品種数も極めて多いので，総べての品種が夏大豆型であると見なすことは早計のように考えられる。

従つて北海道栽培品種の生態型を明らかにすることは品種の合理的選定配合上，又新品種の育成上極めて肝要なことである。それ故北海道主要栽培品種の感温性，感光性程度の差異にもとづいてその生態型を検討し，本道に於ける品種の地理的分布と生態型との関係を考察した。

尚，本研究を行うに当り，終始懇篤なる御指導を賜つた作物部長吉野至德技官に厚く御禮を申上げる。

供試材料及び試験方法

1950年には，北海道産品種33品種，府県産品種7品種，1951年には北海道産品種36品種，府県産品種4品種を供用し，総て素焼製植木鉢（直径15cm，深さ25cm）に1鉢当り1株1本立の2株とし，無肥料にて栽培した。調査個体は1処理6個体とした。

大豆品種の感温性，感光性程度は，夫々次の各区間の開花促進率の大小により示した。

C区（対照区）：発芽揃後，戸外に移し自然条件のもとに栽培した。

H区（高温区）：発芽揃後，引続き硝子室内に置き自然照明のもとに栽培した。

H. S区（高温短日区）：発芽揃後，引続き硝子

* 作物部普通作物第2研究室

室内に置き，発芽揃後直ちに8時30分より16時30分までの8時間は自然照明とし，残りの時間は暗黒とした。

尙，H.S区にては，花蕾着生後は自然照明の下に移した。

試験結果

I〕處理期間の各區の氣溫

標準区並びに高温区の処理期間中の気温は第1表の通りで，1950，1951年両年共に高温区は標準区に較べ常に高温を示しており，7月中旬までの両区間の差は1951年が大きく，7月下旬以降は両区間の差は，両年共に2°C内外となつている。

第1表 処理期間の各区の気温（°C）

Table 1 Temperature of control and high temperature treatment during the experiment was conducted, 1950 and 1951.

月	旬	1950 最高 C	1950 最高 H	1950 最低 C	1950 最低 H	1950 平均 C	1950 平均 H	1951 最高 C	1951 最高 H	1951 最低 C	1951 最低 H	1951 平均 C	1951 平均 H
6	上	28.2	34.5	9.2	12.8	18.7	23.7	29.0	41.9	11.5	15.8	20.3	28.8
	中	29.2	34.7	12.2	15.7	20.7	25.2	22.5	32.5	9.1	13.1	15.8	22.8
	下	27.7	36.3	12.2	16.3	20.0	26.3	30.0	45.5	10.3	14.4	20.2	30.0
7	上	32.8	36.8	14.7	18.5	23.8	27.7	20.9	42.4	9.7	12.9	15.3	27.7
	中	31.6	38.5	17.0	20.2	24.3	29.4	29.1	40.8	13.1	16.0	21.1	28.8
	下	43.9	45.0	21.4	24.3	32.7	34.7	37.9	37.1	17.2	22.3	27.6	29.7
8	上	37.9	21.6	21.7	22.5	29.8	31.1	39.3	44.0	17.0	20.4	28.2	32.2

II〕各處理區の發芽後開花始までの日數並びに高溫及び短日處理による開花促進率

標準区，高温区及び高温短日区の発芽後開花始までの日数並びに高温及び短日による開花促進率は第2表の通りで，両年共に，高温及び短日処理により，発芽後開花始までの日数は標準区に較べ著しく短縮される。今，高温及び短日処理による開花促進率の大小をもつて，夫々感温性及び感光性度の強弱を示すものとすると，従来内地府県に於て中間型第I型とされている「鬼裸埼1号」中間型第II型とされている「白ロ1号」及び秋大豆第I型とされている「農林2号」より更に感光性の強い品種が本道にても栽培されていることが明らかである。

第2表 各処理区の発芽後開花始迄の日数，並びに高温及び短日処理による開花促進率

Table 2 Days from sprouting to first flowering in each treatment, and the ratio of acceleration in flowering by high-temperature and short-day treatments.

No.	品種名	取寄先	開花迄の日数 C 1950	C 1951	H 1950	H 1951	H.S 1950	H.S 1951	開花促進率 C-H/C 1950	C-H/C 1951	H-H.S/H 1950	H-H.S/H 1951	C-H/C 平均	H-H.S/C 平均
1	極早生(上春別)	北農試(根室)	—	40.5	—	29.8	—	28.2	—	26.4	—	5.4	26.4	5.4
2	植早生千島	北農試	—	43.5	—	31.2	—	29.5	—	28.3	—	5.4	28.3	5.4
3	樺太一1	〃	38.8	44.0	29.2	33.0	26.0	32.3	24.7	25.0	11.0	2.1	24.9	6.6
4	吉岡中粒	〃	38.8	45.0	32.7	32.7	27.8	31.7	15.7	27.3	15.0	3.6	21.5	9.3
5	三春大豆	北農試(稚内)	44.2	45.3	33.5	33.0	28.3	30.0	24.2	27.2	15.5	9.0	25.7	12.3
6	奥原1号	北農試	45.7	53.7	33.0	34.8	27.8	30.5	27.8	35.2	15.8	12.4	36.5	14.1
7	大谷地2号	〃	50.5	56.8	36.3	38.7	28.3	29.3	28.1	31.9	22.0	24.3	30.0	23.2
8	早生裸	〃	52.0	58.3	40.8	40.0	30.5	30.3	21.5	31.4	25.2	24.3	26.5	24.8
9	吉岡大粒	〃	50.3	54.5	37.7	37.7	27.7	26.8	25.0	30.9	26.5	28.9	28.0	27.7
10	長葉裸1号	〃	55.8	65.0	45.3	44.0	29.5	30.7	18.8	32.3	34.9	30.2	25.5	32.6

No.	品種名	取寄先	開花迄の日数 C 1950	C 1951	H 1950	H 1951	H.S 1950	H.S 1951	開花促進率 C-H/C 1950	C-H/C 1951	H-H.S/H 1950	H-H.S/H 1951	C-H/C 平均	H-H.S/H 平均
11	中生黒大粒	北農試	54.0	62.0	43.0	42.7	28.8	28.2	20.4	31.1	33.0	34.0	25.8	33.5
12	蘭越	〃	54.0	61.2	43.5	43.5	28.5	29.3	19.4	28.9	34.5	32.6	24.2	33.6
13	中生光黒	〃	52.5	58.5	40.2	41.2	26.3	27.2	23.4	29.6	34.6	34.0	26.5	34.3
14	三石大豆	北農試(日高)	64.8	73.3	50.4	47.0	30.8	32.0	21.1	35.9	38.9	31.9	28.5	35.4
15	十勝長葉	北農試(十勝)	58.3	64.3	44.5	47.8	28.8	30.0	23.7	25.7	35.3	37.2	24.7	36.3
16	中生裸	北農試	59.5	62.2	41.0	49.2	27.3	29.5	31.1	20.9	33.4	40.0	26.0	36.7
17	早生鶴の子	〃	—	63.5	—	45.8	—	29.0	—	27.9	—	36.7	27.9	36.7
18	十育62号	〃 (日高)	51.8	62.5	46.5	47.2	28.7	30.5	10.3	24.5	38.4	35.4	17.4	36.9
19	赤莢1号	北農試	—	60.3	—	49.5	—	31.2	—	17.9	—	37.0	17.9	37.0
20	北見長葉	〃 (十勝)	58.2	62.3	44.7	47.3	28.8	29.2	23.2	24.1	37.0	38.1	23.7	37.6
21	糠内大豆	〃 (十勝)	53.3	62.5	50.8	47.7	31.2	30.2	4.7	23.7	38.6	36.7	14.2	37.7
22	本育65号	北農試	60.0	61.3	48.2	48.3	29.0	30.7	19.7	21.2	39·8	36.4	20.5	38.1
23	白莢1号	熊本農試	63.3	—	48.8	—	30.0	—	22.9	—	38.5	—	22.9	38.5
24	白鶴の子	北農試	59.4	64.7	47.7	47.2	28.2	30.2	19.7	27.1	40.9	36.0	23.4	38.5
25	万州緑目赤	〃	65.0	—	50.4	—	30.7	—	22.5	—	39.1	—	22.5	39.1
26	静内大豆	〃 (日高)	54.2	63.2	47.2	49.5	28.0	30.2	12.9	21.7	40.7	39.0	17.3	39.9
27	晩生光黒	北農試	59.5	65.2	49.5	48.0	28.8	29.8	16.8	26.4	41.8	37.9	21.6	39.9
28	石狩白1号	〃	56.0	60.5	50.5	46.0	28.5	28.8	9.7	23.9	43.6	37.4	16.8	40.5
29	檜山黒2号	〃	59.2	64.2	50.0	49.8	28.7	30.2	15.5	22.4	42.6	39.4	19.0	41.0
30	丸小粒	〃	60.8	68.5	52.7	52.3	29.7	31.7	13.3	23.7	43.6	39.4	18.5	41.5
31	八雲目赤	〃	63.3	70.3	53.8	53.2	30.3	31.7	15.1	24.3	43.7	40.4	19.7	41.9
32	十勝裸	〃 (十勝)	55.8	60.3	49.7	50.0	26.8	30.0	10.9	17.1	46.1	40.0	14.0	43.1
33	白口1号	熊本農試	65.0	—	53.3	—	30.3	—	18.0	—	43.2	—	18.0	43.2
34	栃木2号	栃木農試(石岡)	63.8	73.3	49.8	54.8	29.0	30.2	21.9	25.3	41.8	44.9	23.6	43.4
35	銀大豆	北農試	61.8	63.3	52.3	51.0	28.8	29.2	15.4	19.4	44.9	42.7	17.4	43.8
36	農林2号	東北農試(大館)	69.2	—	51.8	—	29.0	—	25.1	—	44.0	—	25.1	44.0
37	花嫁莢1号	栃木農試(石岡)	66.0	76.2	50.2	58.1	29.0	31.2	23.9	23.8	42.2	46.3	23.9	44.3
38	黒莢	北農試	65.2	66.7	54.3	54.5	29.8	30.3	16.7	18.3	45.1	44.4	17.5	44.8
39	白小粒(由仁)	〃	63.7	69.0	53.8	52.3	28.3	30.2	15.5	24.2	47.3	42.3	19.9	44.8
40	鬼裸埼1号	栃木農試(石岡)	65.0	75.7	50.7	55.2	29.2	28.5	22.0	27.1	42.4	48.4	24.6	45.4
41	伊達新大豆	北農試	63.3	70.6	53.8	52.5	28.0	28.8	15.0	25.6	48.0	45.1	20.3	46.6
42	早生黒千石	〃	65.5	72.7	56.5	55.7	28.3	30.8	13.7	23.4	49.9	44.7	18.6	47.3
43	茶小粒	〃	73.2	78.8	61.3	55.1	30.8	30 2	16.3	30.1	49.8	45.2	23.2	47.5
44	借金なし	栃木農試(石岡)	68.3	75.3	59.7	62.3	30.7	32.5	12.6	17.3	48.6	47.8	15.0	48.2

Ⅲ〕感温性，感光性程度と他の特性との関係

次に感温性，感光性程度と，他の特性との相関係数を求めた結果を示すと第3表の通りである。

同表によれば，感温性程度と感光性程度とは顕著な負の相関々係にあり，一般に感光性の強い品種ほど感温性の弱い傾向が見られ，又，感光性の強い品種ほど一般に開花期が遅く，且，生育日数の長い傾向が見られる。

論議

北海道にて栽培されている大豆品種は，有賀(1948)，永田(1950)の両氏によれば，感温性が強く，感光性の弱い所謂夏大豆型品種であると云われ，松本(1942)によれば，大部分の品種は夏大豆型であるが，一部には中間型品種の栽培が見られると言われているが，氏等の供用品種は，北海道に於ける栽培品種の一部のものであつて，尚生態型の明らかでない品種が多かつた。よつて著

第 3 表　感温性感光性程度と他特性との相関係数（r）

Table 3 Coefficient of correlation of some agronomic characters with the intensity of response to temperature and day-length of soybean.

主要特性	年次	感温性	感光性
感温性	1950	—	− 0.521**
発芽後開花始迄の日数	1949	+ 0.325	+ 0.981**
	1950	− 0.280	+ 0.872**
生育日数	1949	− 0.027	+ 0.916**
	1950	− 0.376	+ 0.856**

註：1）1949年は n＝11．1950年は n＝39

2）**はP＝0.01の点に於て有意義なることを示す

者は，本道主要品種37品種，比較品種として府県産品種 7 品種を供用して高温及び短日処理による開花促進率の大小により，品種の感温性，感光性程度の強弱を検討した。

その結果によると，本道栽培品種の感温性，感光性程度には可なりの差異があつて，従来府県に於て中間型乃至秋大豆型と云われている品種より更に感光性の強い品種がある。

今，本試験結果より本道産品種の生態型を考察すると凡そ次の通りである。

1.　夏大豆型に属する品種

極早生（上春別）	長葉裸 1 号	赤莢 1 号
極早生千島	中生黑大粒	北見長葉
樺太一 1	蘭　越	糠内大豆
吉岡中粒	中生光黑	本育65号
三春大豆	三石大豆	白鶴の子
奥原 1 号	十勝長葉	万州緑目赤
大谷地 2 号	中 生 裸	静内大豆
早 生 裸	早生鶴の子	晚生光黑
吉岡大粒	十育62号	

第 1 図　北海道に於ける大豆品種の地理的分布と生態型との関係

Fig. 1 The ecotypes of soybean and their geographical distribution in Hokkaido.

2. 中間型乃至秋大豆型に近い中間型に属する品種

石狩白1号	十勝裸	伊達新大豆
檜山黒2号	銀大豆	早生黒千石
丸小粒	黒莢	茶小粒
八雲目赤	白小粒(由仁)	

次に，上記品種の本道に於ける地理的分布を示すと第1図の通りで，品種の地理的分布と生態型との関係を見ると，概ね中部以北及び東部地帯には夏大豆型品種の栽培が多く，中部以南の温暖地帯には，夏大豆型品種の外府県の栽培品種の生態型に近い中間型乃至秋大豆型に近い中間型品種の栽培が見られる。これは，感光性の強い中間型乃至秋大豆型に近い中間型品種は一般に開花期が遅く，生育日数が長いことと，当該地帯の作物生育期間の気象条件とを併せ考えると極めて興味ある問題である。

摘　　要

高温及び短日処理による大豆品種の開花促進程度の大小により，本道産品種の感温性，感光性程度を検討し，夫々の生態型に所属する品種を明らかにすると共に，北海道に於ける大豆品種の地理的分布と生態型との関係を考察した。その結果は次の通りである。

1. 本道には感温性の強い夏大豆型品種の外，感光性の強い中間型乃至秋大豆型に近い中間型品種の栽培も見られる。

2. 本道の中部以北及び東部地帯には，主として夏大豆型品種が，中部以南の温暖地帯には夏大豆型品種の外中間型乃至秋大豆型に近い中間型品種が栽培されている。

参考文献

1. 有賀武典 (1948)： 大豆品種の生態型　農業及園芸 23 (1)：617～620.
2. Garner, W. W. and Allard, H. A. 1920：Effect of the relative length of day and night and other factors of the environment of growth and reproduction in plants. Jour. Agr. Res., 18 (11)：553～606.
3. 小林政明 1946： 豆類（雑穀叢書）
4. 松本友記 1942： 大豆品種の地理的分布について 育種研究，第1輯；144.
5. 永田忠男 1950： 大豆品種の特性に関する研究（日本大豆協会）；10～48.

Résumé

Studies on the relation between the ecotypes of soybean and their geographical distributions in Hokkaido were carried out by grouping the response of flowering time to the following three treatments, natural, high temperature and high temperature-shortday length.

1. In Hokkaido soybean varieties of intermediate type and those similar to autumn type are grown other than summer type varieties.

2. In the districts northward from the middle of Hokkaido and in the eastern districts summer type varieties are mainly grown, in the warmer districts summer type varieties are mainly grown; and in the warmer districts southward from the middle there are grown, besides summer type varieties of soybean plants, intermediate type varieties, or those similar to autumn type.

除虫菊の倍數性に關する研究
1. 倍数体系統の特性，器官の形態並びにピレトリン含有量の比較

大　槻　知　治*

STUDIES ON THE POLYPLOIDY IN PYRETHRUM FLOWER
I. THE COMPARISONS OF SOME CHARACTERS, SIZE AND SHAPE OF ORGANS AND PYRETHRIN CONTENTS ON POLYPLOID STRAINS

By Tomoharu ŌTSUKI

1. 緒　　言

除虫菊 (*Chrysanthemum cinerariaefolium* VIS.) は田原 (1914-'15,1921)[7) 8)] により染色体数 n=9 であることが知られているが，和寒除虫菊試験地で系統選抜により昭和18年優良品種に決定した「北海1号」並びに「北海2号」が下斗米[6)]の研究により2n=27の三倍体であることが明らかとなり，これが品種改良上興味を与えた。

北海道の除虫菊は宿根栽培であり且つ株分挿木等の無性繁植を行い得るので倍数性利用による品種改良は実用上応用し得られる可能性が大きい。

三倍体が多くの場合生育良好となり，形態が大きくなり且つ含有成分が多くなることが種々な作物で知られているが，除虫菊に於てもかゝることが認められるかどうかを確かめ，品種改良上の基礎資料を得るために旧和寒除虫菊試験地に保存中の系統を用いて特性，器官の形態及び大さ並びにピレトリン含有量等に就いて各倍数体間の比較調査を行つた結果を報告する。

2. 調査材料及び方法

旧和寒除虫菊試験地に保存してあつた257系統に就いては昭和23年本場渡辺氏が染色体数を決定したが，この中昭和24年残つていた二倍体46系統三倍体16系統，四倍体4系統に就いて着花数，反当収量，各器官の大さ及び形態，並びに自然交雑率，花粉の稔性更にピレトリン含有量等の調査を行い各倍数体系統の平均値を求め更に比較を行つて有意性を検定した。

調査方法は，各特性は北海道農業試験場除虫菊調査基準によつた他，気孔はスンプ法及び表皮を剝ぎ取り直接検鏡により測定した。

花粉の稔性は四分子時代に就いてはアセトカルミン液で染色し，成熟花粉に就いてはコツトンブルー染色により調査した。ピレトリン含有率はベンゾール法により定量，2回測定の平均より求めた。その他に就いては各調査毎に述べる。

3. 調査結果

(1) 保存系統の倍數体發生頻度

昭和23年度渡辺氏が和寒除虫菊試験地に保存中の257系統の染色体数調査結果は第1表の通りである。

第1表 除虫菊系統の倍数体発生頻度

Table 1 Frequency of polyploid in pyrethrum flower strains.

倍数性	染色体数	系統数	比率
二倍体	2n = 18	197	% 76.7
三倍体	2n = 27	53	20.6
四倍体	2n = 36	7	2.7
計		257	100.0

* 作物部特用作物第2研究室

即ち，相当数の三倍体系統を含む外少数乍ら四倍体系統も存在している。

各系統は試験地圃場並びに農家圃場の「在来種」中より選抜蒐集したもので，以上の数字が実際に「在来種」中に発生する倍数体頻度とはならない。

（2） 収量，着花数及び花の大さの比較

昭和24年度，一株当着花数，乾花重，花の大さ並びに反当収量に就いて調査し，各倍数体系統の平均値を求めて比較した結果は第2表に示す通りである。又植物体，花の大さの実物比較は第1図及び第2図に示す通りである。

第2表　収量，着花数及び花の大さの比較

Table 2 Comparisons of yield, number and size of flowers on polyploid strains.

調査項目	倍数性	平均値	標準偏差	変異係数	百分比
1株当着花数	二倍体	45.22 ± 2.98	29.91	66.14	100
	三倍体	44.88 ± 3.95	23.40	52.14	99
	四倍体	15.00 ± —	—	—	33
1株当乾花重（匁）	二倍体	2.61 ± 0.15	1.49	57.09	100
	三倍体	2.70 ± 0.24	1.38	50.96	103
	四倍体	2.00 ± 0.29	0.87	43.50	77
乾花100花重（g）	二倍体	22.46 ± 0.39	3.90	17.37	100
	三倍体	28.03 ± 1.27	7.28	25.97	125
	四倍体	38.00 ± 1.89	5.59	14.71	169
管状花の直径（mm）	二倍体	13.09 ± 0.12	1.17	8.90	100
	三倍体	15.15 ± 0.25	1.56	10.30	116
	四倍体	17.50 ± 0.63	1.87	10.70	134
反当収量（貫）	二倍体	16.78 ± 0.81	8.11	48.33	100
	三倍体	16.83 ± 0.72	6.98	41.47	100
	四倍体	12.50 ± 0.73	6.60	52.80	74

第1図　倍数体系統の植物体
1：四倍体；和第553号
2：三倍体；北海1号
3：二倍体；在来種

Fig. 1 Plants of polyploid strain.
1: Tetraploid; Wa. No. 553
2: Triploid; Hokkai No. 1
3: Diploid; Local variety

第2図 倍数体系統の花
左：四倍体；和第553号
中：三倍体；北海1号
右：二倍体；和第141号

Fig. 2 Flowers of polypoid strain.
Left : Tetraploid ; Wa. No. 553
Middle : Triploid ; Hokkai No. 1
Right : Diploid ; Wa. No. 141

第2表，第1図及び第2図に示す通り花の大きさは倍数性の増加に伴い著しく増大するが，1株当着花数及び乾花重は二倍体と三倍体に差がなく四倍体は逆に著しく少ない。

（3） 二，三器官の形態並びに花粉稔性の比較

種子，気孔，花粉の大きさに就いて調査した結果は第3表に示す通りである。

第3表 二，三器官の形態比較

Table 3 Comparison of some characters on polyploid strains.

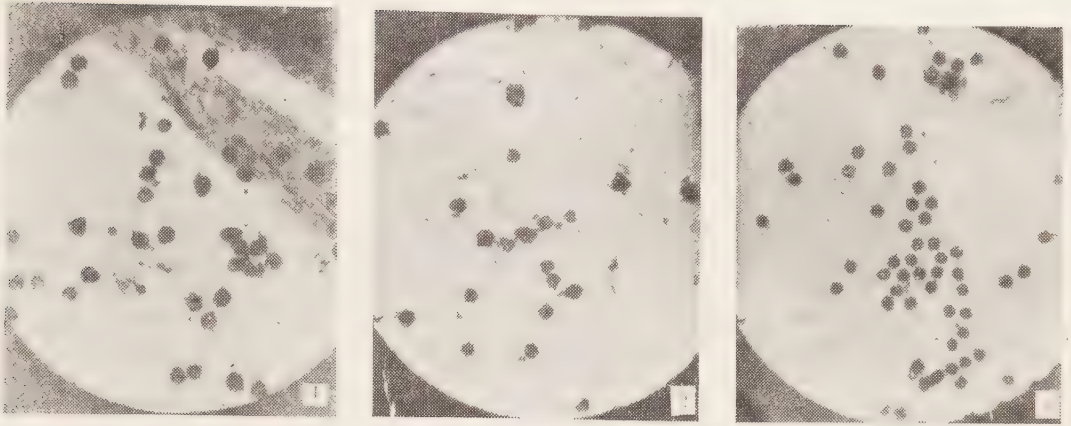
調査項目	倍数性	平均値	標準偏差	変異係数	百分比	摘要
種子長さ (mm)	二倍体	4.11 ± 0.08	0.45	10.90	100	
	三倍体	4.92 ± 0.07	0.32	6.49	120	
	四倍体	5.00 ± 0.18	0.55	10.90	122	
気孔長径 (μ)	二倍体	42.30 ± 0.86	4.95	11.70	100	
	三倍体	47.90 ± 1.53	7.15	14.93	113	
	四倍体	58.00 ± 1.47	4.35	7.50	137	
花粉直径 (μ)	二倍体	35.57 ± —	—	—	100	調査系統数 9
	三倍体	37.90 ± —	—	—	108	3
	四倍体	43.77 ± —	—	—	123	3
花粉直径 (μ)	二倍体和第394号	35.67 ± 0.07	1.08	3.03	100	調査花粉数205
	三倍体北海1号	37.75 ± 0.29	4.22	11.18	106	200
	四倍体和第123号	44.17 ± 0.12	1.84	4.17	124	205

第3図 倍数体系統の花粉粒
1：四倍体；和第 123 号
2：三倍体；北海 1 号
3：二倍体；和第 141 号

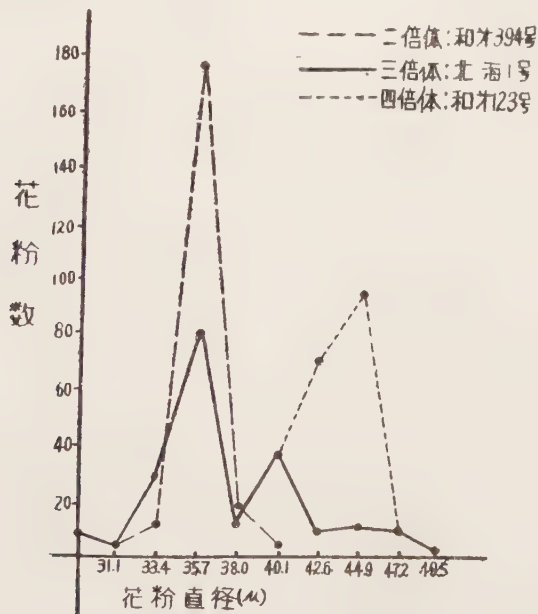
Fig. 3 Pollen grains of polyploid strain.
1： Tetraploid; Wa. No. 123
2： Triploid; Hokkai No. 1
3： Diploid; Wa. No. 141

第4図 花粉直径の系統内変異

Fig. 4 Inter-strain variability of pollen size on polyploid strain
----: Diploid; Wa. No. 394
——: Triploid; Hokkai No. 1
--------: Tetraploid; Wa. No. 123

種子，気孔，花粉の大さは何れも倍数性を増すに従つて増大することが認められた。

又，花粉形状の系統内変異は第3表，第3図，第4図に示す通り三倍体系統が最も大きく，二倍体と四倍体との間に広く分布していることが認められた。

次に花粉の稔性は昭和24年に四分子時代にアセトカルミン液で染色し無内容花粉を不稔花粉とし更に昭和26年に葯より抽出直後の成熟花粉をコツトンブルーで染色し，不染，不整形，小形花粉を不稔花粉として調査し倍数体系統間の比較を行つた結果は第4表の通りである。

第4表 花粉不稔歩合の比較

Table 4 Comparison of pollen sterility on polyploid strains.

倍数性	調査時期	平均値	標準偏差	変異係数	百分比	調査花粉数
二倍体	四分子時代	22.88 ± 1.93	10.30	45.02	100	200
	成熟時	25.05 ± 3.23	22.45	89.82	100	300～400
	計	47.93 ± —	—	—	100	
三倍体	四分子時代	42.75 ± 2.17	9.65	22.57	187	200
	成熟時	35.09 ± 3.52	17.30	49.30	140	300～400
	計	77.84 ± —	—	—	162	
四倍体	四分子時代	26.20 ± —	—	—	115	200
	成熟時	60.00 ± —	—	—	240	300～400
	計	86.20 ± —	—	—	180	

備考 四倍体は3系統平均

第4表に示す通り四分子時代に於ては三倍体の不稔花粉著しく多く，成熟花粉に於ては四倍体系統が著しく多かつた。又二倍体も相当の不稔花粉が存在する。更に昭和26年行つた結果を各系統別に表示すると第5表の通りである。

第5表 各系統別花粉不稔率

Table 5 Pollen sterility of each strain.

系統名	倍数性	花粉粒数					歩合(%)					調査花粉粒数
		完全花粉	不完全花粉				完全花粉	不完全花粉				
			不染	不整形	小形	計		不染	不整形	小形	計	
和第2号	二倍体	289	31	12	2	45	86.5	9.3	3.6	0.6	13.5	334
〃 3 〃	〃	288	12	53	0	65	81.6	3.4	15.0	0.0	18.4	353
〃 4 〃	〃	149	154	16	0	170	46.7	48.3	5.0	0.0	53.3	319
〃 11 〃	〃	160	123	3	0	126	55.9	43.0	1.1	0.0	44.1	286
〃 25 〃	〃	368	0	18	1	19	95.1	0.0	4.7	0.2	4.9	387
〃 35 〃	〃	217	91	31	78	200	52.0	21.8	7.4	18.8	48.0	417
〃 69 〃	〃	306	2	19	1	22	93.3	0.6	5.8	0.3	6.7	328
〃 137 〃	〃	384	33	14	0	47	89.1	7.7	3.2	0.0	10.9	431
〃 141 〃	〃	212	19	93	0	112	65.5	5.8	28.7	0.0	34.5	324
〃 179 〃	〃	319	2	0	0	2	99.4	0.6	0.0	0.0	0.6	321
〃 188 〃	〃	270	3	75	3	81	77.0	0.9	21.2	0.9	23.0	353
〃 200 〃	〃	0	478	3	0	481	0.0	99.4	0.6	0.0	100.0	481
〃 241 〃	〃	343	7	16	4	27	92.7	1.9	4.3	1.1	7.3	370
〃 291 〃	〃	247	86	0	1	88	73.7	25.7	0.0	0.3	26.3	335
〃 295 〃	〃	332	0	12	0	12	96.5	0.0	3.5	0.0	3.5	344
〃 302 〃	〃	235	83	13	11	107	68.7	24.3	3.8	3.2	31.3	342
〃 328 〃	〃	325	3	6	3	12	96.4	0.9	1.8	0.9	3.6	337
〃 366 〃	〃	106	10	15	1	26	80.3	7.6	11.3	0.8	19.7	132
〃 371 〃	〃	303	23	16	7	46	86.8	6.6	4.6	2.0	13.2	349
〃 373 〃	〃	169	159	7	4	170	49.9	46.9	2.1	1.1	50.1	339
〃 378 〃	〃	196	60	34	7	101	66.0	20.2	11.4	2.4	34.0	297
〃 385 〃	〃	313	1	16	14	31	91.0	0.3	4.7	4.0	9.0	344

系統名	倍数性	花粉粒数 完全花粉	不完全花粉 不染	不整形	小形	計	歩合(%) 完全花粉	不完全花粉 不染	不整形	小形	計	調査花粉粒数
北海1号	三倍体	299	479	45	30	564	35.0	56.2	5.3	3.5	65.0	863
〃 2号	〃	148	156	10	13	179	45.3	47.7	3.0	4.0	54.7	327
和第7号	〃	199	16	53	1	70	74.0	5.9	19.7	0.4	26.0	269
〃 37 〃	〃	154	94	76	75	245	38.6	23.5	19.1	18.8	61.4	399
〃 63 〃	〃	252	9	47	11	67	79.0	2.9	14.7	3.4	21.0	319
〃 101 〃	〃	239	26	32	17	75	76.1	8.2	10.1	5.4	23.9	314
〃 142 〃	〃	236	74	11	7	92	72.6	22.5	3.4	2.1	28.0	328
〃 145 〃	〃	232	5	64	26	95	70.9	1.5	19.6	8.0	29.1	327
〃 148 〃	〃	164	55	85	18	158	50.9	17.1	26.4	5.6	49.1	322
〃 150 〃	〃	228	6	26	43	75	75.2	8.9	8.6	14.2	24.8	303
〃 300 〃	〃	335	46	13	3	62	84.4	11.6	3.3	0.7	15.6	397
〃 38 〃	四倍体	132	189	11	8	208	38.8	55.6	3.2	2.4	61.2	340
〃 123 〃	〃	126	136	32	12	180	41.2	44.4	10.5	3.9	58.8	306

第5表に示す通り四倍体，三倍体の各系統は概して花粉不稔率高いが，二倍体系統にあつても不稔率の系統間の変異が著しく，而も不稔の性質も種々の様相を示し花粉母細胞分裂の異常の著しいことがうかがわれた。

（4） 自花授精率並びに自然交雑率

元来，除虫菊は他花授精作物として知られているが昭和23年二倍体45系統，三倍体15系統，四倍体4系統に就いて自花授精率並びに自然交雑率を調査した。自花授精率は各系統10花を用いて開花前袋掛けを行つて放置し，又自然交雑率も同じく10花を用いて自然放置し採種後発芽試験を行つて授精率を調査した結果は，自花授精率は倍数性の如何にかゝわらず殆んど或は全く授精しなかつた自然交雑率の各倍数体間比較は第6表に示す通りである。

第6表 自然交雑率の各倍数体間比較

Table 6 Comparison of fertirity on polyploid strains.

倍数性	平均値	標準偏差	変異係数	百分比	1系統当調査種子数
二倍体	32.06±1.54	15.30	47.72	100	500
三倍体	11.83±1.67	9.60	81.15	37	〃
四倍体	13.25± —	—	—	41	〃

以上の結果によれば三倍体，四倍体系統は二倍体系統に比べて自然授精率低く系統間変異が著しいが，二倍体系統にあつても自然授精率平均は僅か32%程度で系統間変異も相当大きいことが認められた。

（5） ピレトリン含有率

昭和11年より昭和25年に亘り3回以上ピレトリン含有率を定量した系統を選び，各系統の平均を算出し倍数体間の比較を行つた結果は第7表に示した。年により極端に高い年と低い年があつたので最高年，最低年は除外して平均を出した。而して各系統別のピレトリン含有率は第8表に示す通りである。

第7表 ピレトリン含有率の倍数体間比較

Table 7 Comparison of pyrethrin contents on polyploid strains.

倍数性	平均値	標準偏差	変異係数	百分比	調査系統数	摘要
二倍体	1.05 ± 0.027	0.179	17.05	100	20	ピレトリン含有率は乾物中%
三倍体	1.46 ± 0.035	0.173	11.85	139	11	
四倍体	0.98 ± 0.038	0.112	11.48	93	4	

第8表 系統別ピレトリン含有率

Table 8 Pyrethrin content of each strain.

系統名	倍数性	ピレトリン含有率 %	系統名	倍数性	ピレトリン含有率 %	系統名	倍数性	ピレトリン含有率 %
和第 2号	二倍体	1.136	和第 318号	二倍体	1.322	和第 64号	三倍体	1.231
〃 3〃	〃	1.086	〃 367〃	〃	1.167	〃 101〃	〃	1.490
〃 4〃	〃	0.851	〃 373〃	〃	1.067	〃 160〃	〃	1.577
〃 10〃	〃	1.015	〃 378〃	〃	1.109	〃 300〃	〃	1.425
〃 11〃	〃	1.137	〃 394〃	〃	1.144	〃 375〃	〃	1.344
〃 25〃	〃	0.931	〃 407〃	〃	0.901	〃 389〃	〃	1.433
〃 26〃	〃	1.611	〃 409〃	〃	1.238	〃 403〃	〃	1.307
〃 35〃	〃	1.017	〃 414〃	〃	0.996	〃 33〃	四倍体	0.911
〃 188〃	〃	0.991	北海 1号	三倍体	1,451	〃 38〃	〃	1.049
〃 200〃	〃	0.969	北海 2号	〃	1.201	〃 123〃	〃	1.002
〃 215〃	〃	1.006	和第 7号	〃	1.315	〃 553〃	〃	1.164
〃 225〃	〃	1.119	〃 37〃	〃	1.358			

以上の成績によれば，一般に三倍体系統はピレトリン含有率高く四倍体系統，二倍体系統は少ない傾向を示した。然し二倍体系統に於ては系統間変異は比較的大きく・著しくピレトリン含有率の高い系統も認められた

次にピレトリン含有率の系統別年変異を知るため分析回数の多い系統を選んで表示すれば第9表の通りである。

第9表 ピレトリン含有率の年変異

Table 9 Annual variability of pyrethrin content of each strain.

系統名	倍数性	昭和11年	12年	13年	15年	16年	*17年	**18年	23年	24年	25年	平均
和第 200号	二倍体	—	—	1.209	—	0.700	1.174	0.588	1.142	—	0.860	0.969
〃 407〃	〃	—	—	—	—	0.951	1.410	0.619	—	—	0.850	0.901
〃 414〃	〃	—	—	—	—	0.912	1.426	0.765	1.145	—	0.930	0.995
北海 1号	三倍体	1.407	1.491	1.414	1.290	1.581	1.494	1.072	1.580	1.460	1.470	1.451
〃 2〃	〃	1.084	1.108	1.141	1.301	1.200	1.521	0.624	—	1.370	—	1.201
和第 403号	〃	—	—	—	—	1.581	1.702	0.767	1.221	1.430	0.995	1.307
〃 38〃	四倍体	1 011	1,086	1.124	1.320	—	—	—	0.961	—	—	1.049

備考 1. *, **は夫々ピレトリン含有率の最高，最低年を示す。

2. 平均は昭和17，18年は除外した。

以上の結果によるとピレトリン含有率の系統別年変異は必ずしも少なくはないが，系統別の差異は明らかに認められた。昭和17年，18年の如く特に多い年と少ない年があつたが，これは環境要素にも影響せられたかも知れないが分析誤差がより大きな要素と思われる。

第10表 ピレトリンⅠ並びにⅡの各倍数体間比較

Table 10 Content of pyrethrin I and II on polyploid strain.

倍数性	ピレトリンⅠ %	同左割合	ピレトリンⅡ %	同左割合	ピレトリンⅠ + ピレトリンⅡ	同左割合	ピレトリンⅡ / ピレトリンⅠ	同左割合	無水物中ピレトリン %	同左割合	調査系統数
二倍体	0.403	100	0.601	100	1.005	100	1.630	100	1.158	100	15
三倍体	0.456	113	0.735	121	1.191	119	1.734	106	1.330	115	10
四倍体	0.325	81	0.626	104	0.950	95	2.115	130	1.042	90	4

次に昭和24年度の分析成績より各倍数体系統の平均を求めてピレトリンⅠとピレトリンⅡの割合を比較した結果は第10表の通りである。

以上の結果によれば三倍体はピレトリンⅠ及びⅡとも多く，四倍体はピレトリンⅠが特に少なく従つてピレトリンⅡのピレトリンⅠに対する比率は四倍体が著しく多いことが認められた。

（6） 倍數体間平均値の差の有意性

各特性平均値の各倍数体間の差を求めその有意性を検定した結果は第11表に示す通りである。

第11表 倍数体間各特性平均値の差の有意性

Table 11 Differences of mean value of each character on polyploid strains.

調査項目	倍数体間比較	平均値の差 $M_1-M_2 \pm \sqrt{Q_1^2+Q_2^2}$	$\frac{M}{Q}$	調査年度
草丈（cm）	3n − 2n	2.90 ± 0.23	12.2	昭和11年
茎数	〃	⊖ 1.62 ± 2.10	* 0.8	〃
着花数	〃	⊖ 0.40 ± 4.95	* 0.1	昭和24年
〃	4n − 2n	⊖ 30.22 ± —	—	〃
〃	4n − 3n	⊖ 29.88 ± —	—	〃
管状花直径（cm）	3n − 2n	2.06 ± 0.26	7.9	〃
〃	4n − 2n	4.41 ± 0.64	6.9	〃
〃	4n − 3n	2.35 ± 0.68	3.5	〃
頭狀花直径（cm）	3n − 2n	0.30 ± 0.05	6.0	昭和11年
種子長さ（mm）	〃	0.81 ± 0.11	7.6	〃 24 〃
〃	4n − 2n	0.89 ± 0.20	4.5	〃
〃	4n − 3n	0.08 ± 0.19	* 0.4	〃
気孔長径（μ）	3n − 2n	5.60 ± 1.75	3.2	〃
〃	4n − 2n	15.70 ± 1.70	9.2	〃
〃	4n − 3n	10.10 ± 2.12	4.8	〃
花粉直径（μ）	3n − 2n	2.08 ± 0.30	6.9	〃
〃	4n − 2n	8.50 ± 0.14	60.7	〃
〃	4n − 3n	6.42 ± 0.31	20.7	〃
乾花100花重（g）	3n − 2n	5.57 ± 1.33	4.2	〃
〃	4n − 2n	15.54 ± 1.93	8.1	〃
〃	4n − 3n	9.97 ± 2.28	4.4	〃
反当收量（貫）	3n − 2n	3.54 ± 0.96	3.6	昭和11年
〃	〃	0.05 ± 1.08	* 0.1	〃 24 〃
〃	4n − 2n	⊖ 4.28 ± 1.09	3.9	〃
〃	4n − 3n	⊖ 4.33 ± 1.03	4.2	〃
ピレトリン含有率（%）	3n − 2n	0.41 ± 0.04	9.8	昭和11年〜25年平均
〃	4n − 2n	⊖ 0.07 ± 0.17	* 0.4	〃
〃	4n − 3n	⊖ 0.46 ± 0.04	10.5	〃
開花期（7月 日）	3n − 2n	⊖ 0.80 ± 0.16	5.0	昭和11年
收穫期（7月 日）	〃	⊖ 0.19 ± 0.16	* 1.1	〃

備考 1. * は 3.2 倍以上を誤差の許容範囲として無意なるもの
2. ⊖は倍数体間比較前者が後者より数値の少ないもの
3. 昭和11年度調査は渡辺氏による
4. 花粉直径は二倍体和第 394 号，三倍体北海 1 号，四倍体和第 123 号を用いての比較
5. 調査系統数昭和11年度は二倍体 145，三倍体43，昭和24年度は二倍体46，三倍体16，四倍体 4

第11表によれば三倍体は二倍体に比較して茎数着花数，収穫期に於て有意差認められなかつた他各器官の大さ，及びピレトリン含有率等孰れも優つたが開花期は早く，反当収量は昭和11年度調査では有意差が認められたが，昭和24年度調査では認められなかつた

又四倍体と三倍体を比較すると，種子の大さに於ては有意差認められず着花数，反当収量，ピレトリン含有率等孰れも三倍体が優つたが，その他の器官の大さは孰れも四倍体の方が優つた。又四倍体と二倍体を比較するとピレトリン含有率に於て有意差は認められず，着花数，反当収量は四倍体の方が反つて少なかつたが，その他の器官の大さは孰れも四倍体の方が著しく大きかつた。

4. 論　　議

北海道に於ける除虫菊系統が三倍体並びに四倍体等のポリプロイドを生ずるに至つた成因に就いては明らかではないが，田原[7]（1914〜15）が指摘した如く染色体の生育旺盛な時期にその核分裂に当つて染色体に縦裂が起ることに起因し，その縦裂をひき起す原因であるところの生育力の旺盛は屢々交雑によつて得られるに相違ないから，交雑によつて染色体の倍加がひき起されることは怪しむに足らぬと考えている。更に下斗米[5]は野生菊に於て，潮風の強い海岸等に産するものは大多数高級のポリプロイド種であり，而も性質の似た染色体群が少なくも2組宛入つていることから，潮風の含む塩分等のため影響を受けて花粉母細胞の減数分裂が乱され異常分裂を行い，その授精によつて染色体の増加したものが出来るのであろう。更に第二次的に交雑が行われて染色体が2種の中間に位する雑種も出来るだろうと云つているが，北海道の除虫菊が減数分裂時期に或は低温等の影響により核分裂に異常を起すことも想像せられるが本調査の花粉稔性の調査に示した通り，花粉異常が著しく多いこと，自花授精は殆んど行わないこと等の理由により北海道の除虫菊の倍数体の発生は以上の様な推定がその成因となることが考えられる。

偶々選抜した優良品種「北海1号」並びに「北海2号」が2種ともに三倍体であつたことはこれが品種改良上興味を与えたが，作物の中では大沢[3][4]の三倍体の桑の如き，又 CRANE & ZILVA[1] が苹果で三倍性の品種は一般にビタミンCの含有量が多いことを報告し，更に煙草の三倍体の生育が極めて良く，葉が厚い上にニコチン含有量が多く，香喫味に富んでいる等三倍体の品種改良への応用は現在広く実用化している状況である。

本調査では倍数体各系統の各特性，器官の形態大さ並びにピレトリン含有量を調査し倍数体間の比較を行つたが，その結果は調査成績に示した通り一般に花の大さその他器官の大さは倍数性を増加するに従つて増大したが，四倍体は着花数が著しく少ないために反つて収量が劣りピレトリン含有率も低いのに反して，三倍体系統は一般に収量多く特にピレトリン含有率は明らかに高いことが認められたが，北海道の除虫菊栽培は宿根栽培であり而も株分け，挿木等の無性繁殖を行い得る等の条件を備えているので三倍体の育種上への応用に就いては将来とも有望であると認められる。

而して各器官の大さ特に気孔，花粉粒の形状等は倍数体間に著しい相違が認められるので，これらを利用して倍数体系統の選抜等にも利用し得られよう。

5. 摘　　要

1. 北海道の除虫菊系統には普通二倍体の他に三倍体系統を相当に含み且つ少数乍ら四倍体系統をも含んでいる。

2. 倍数体各系統の特性，器官の大さ，形態並びにピレトリン含有率等を調査し各倍数体間の比較を行つてその有意性を検定した。

3. 花，気孔，花粉等の大さは倍数性の高いものほどその数値を増大するが1株当着花数，収量等は逆に四倍体系統が著しく少ない。

4. 花粉の形状は三倍体系統は大小不定にして且つ不整形のものが多く且つその変異の幅は著しく大きい。

花粉の不稔性は三倍体，四倍体系統とも著しく多いが，二倍体系統に於ても不稔率平均48%で相当著しく而も系統間変異が相当大きい。

5. 自然交雑率は三倍体，四倍体系統とも二倍体系統に比べて著しく低いが，二倍体系統に於て

もその平均は僅か32%であり而もその系統間変異は相当大きい。

6. ピレトリン含有量は一般に三倍体系統が最も多く二倍体と四倍体の間には有意な差が認められなかつた。四倍体系統は特にピレトリンⅠの含有量が少ない傾向があつた。又二倍体系統に於ても系統間の変異は比較的大きく，著しくピレトリン含有量の高い系統も認められた。

参考文献

1. Crane, M. B. and Zilva, S. S.: The antiscorbic vitamin of apples. Jour. Pom. and Hort. Sci., Vol. 9, p. 228 (1931)
2. 野口彌吉：非メンデル式作物育種法 (1941)
3. 大澤一衛：桑の細胞学的並に実驗的研究 蠶試報, Vol. 1, p. 215 (1916)
4. Osawa, I.: Cytological and experimental studies in *Morus*, with special reference to triploid mutants. Bul. Imp. Ser. Exp. Sta., Tokyo. Vol. 1. p. 317 (1920)
5. 下斗米直昌：菊の生態と細胞遺傳 (1936)
6. ————：除虫菊の倍数体に就て 遺傳学雑誌 Vol. 21, p. 83 (1946)
7. 田原正人：菊属植物に関する細胞学的研究 植物学雑誌, Vol. 28, 29 (1914～15)
8. Tahara, M.: Cytrogische Studien an einigen Kompositen. Jour. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo, Vol. 43, p. 1 (1921)
9. 竹中要：倍数性と器管の大さ殊に氣孔の大さに就いて 遺傳学雑誌, Vol. 19, p. 21 (1943)

Résumé

1. We can find some triploid and a few tetraploid besides diploid strains in Pyrethrum flowers cultivated in Hokkaido.

2. In this study the author made comparison of some characters, the size and the shape of organs and pyrethrin content among these polyploid strains and the significance of the differences was tested.

3. The higher the polyploidy became, the larger the size of flower, stomata and pollen grains became.

4. Triploid strain has unfixed size of pollen grain and larger inter-strain variability in that respect than diploid and tetraploid strains. Pollen sterility of triploid and tetraploid strains is higher than that of diploid strains, but mean value of pollen sterility is 48 per cent and inter-strain variability is also rather large even in diploid strains.

5. The percentage of the fertility of triploid and tetraploid strains is lower than that of diploid strains, but even in diploid, the mean value of the fertility is 32 percent and its inter-strain variability is rather large.

6. The pyrethrin content is highest in triploid strains and no significant differences regarding it are found between diploid and tetraploid strains. Especially tetraploid strains have lowest pyrethrin I content in comparison with others, but inter-strain variability of pyrethrin content is rather large.

南瓜の交配に關する研究† 第4報
南瓜の授粉柱頭数を變えた時の果實發育の影響

早　瀬　広　司*

CUCURBITA-CROSSES. IV. THE DEVELOPMENT OF SQUASH FRUIT AS AFFECTED BY PLACEMENT OF POLLEN ON STIGMA

By Hiroshi HAYASE

緒　言

南瓜の雌花は子房下位で，多くは3～4心皮が結合して形成したものであり，各心室には多数の側生胚珠が含まれている。花柱には通常先端の2分した3～4個の乳頭状の柱頭が存在し，柱頭より花粉管の成長する通導組織は各々心室まで対応している。本研究の目的は授粉柱頭数を変えた時の果実の発育に及ぼす影響を調査することである

試　驗　方　法

当農業試驗場で永年自殖してきた *C. maxima* の「竹内」を材料とし，1951年は次の4授粉区に分けて交配した。

1. 無授粉区：開花半日前の夕方雌花に袋掛けし，授粉を行わないもの
2. 1柱頭授粉区：開花半日前の夕方袋掛けし開花当日の朝1柱頭のみ授粉
3. 2柱頭授粉区：2柱頭のみ授粉
4. 全柱頭授粉区：3乃至4柱頭のすべての柱頭に授粉

1952年は1柱頭，全柱頭の2授粉区の試驗を行い，1柱頭授粉の果実は授粉柱頭の側の子房に切創を入れ，対応心室の目印とした。交配は7月下旬から8月中旬の約1ケ月間，交配時間は大体午前8時までに終了するようにした。

† 第1報 遺傳学雜誌25卷(1950)，第2報 育種研究4輯(1950)に発表，第3報　育種学雜誌(投稿中)

* 作物部園芸作物研究室

試　驗　結　果

1. 結　果　率

無授粉区の雌花は開花しても結果しないため，栄養は莖葉にのみ移行して草勢が旺盛となつている（第1表）。即ち草丈では他区よりも10～15%長くなり，地上部重量は10%内外重くなつている。稀にとまつた果実も240，560grの小さなもので他区の果実重の1/3～1/4で，各心室には粃が存在したに過ぎない。

次に授粉柱頭数を変えた場合結果率に差異が認められなかつた(第2表)。 そこで授粉柱頭数を区別せず，雌花の有する柱頭数と結果率との関係にまとめて比較したが，その間にも差異が存在しなかつた(第3表)。 自家授粉と株間授粉とに於ける結果率の比較では株間授粉の方が結果が良かつた(第4表)。 これは次節に述べる如くこの系統の1951年の果実に於て粃が多く，完全種子の少ないことに関係があると考えられる。

2. 授粉柱頭数と完全種子の分配狀態

授粉柱頭に対応する心室と然らざる心室とに於る種子数を調査した(第5表)。その結果，授粉柱頭側の心室に於ける種子数は他の心室に比し必ずしも多くない。4心室の場合対応柱頭の両隣りの心室よりも向い側の心室の方が種子数を多く有する傾向が認められた。かように1柱頭授粉の場合でも各心室の種子数に差が存在せず，発育した果実の形状に異常が認められない。唯1951年度に1柱頭授粉して結果した1個の果実は4心室よりなり

第1表 4種の異なる授粉植物の地上部の生育状態

Table 1 Growth habit of plants among four different pollinations.

(a) 1951年度

授粉柱頭数	授粉花数	結果率	草丈	地上部重量
		%	m	kg
無授粉	81	2.5	6.5	2.04
1柱頭授粉	49	38.7	5,7	1.38
2柱頭授粉	55	38.2	5.6	1.45
全柱頭授粉	75	33.4	6.0	1.83

(b) 1952年度

授粉柱頭数	授粉花数	結果率
1柱頭授粉	64	54.7%
全柱頭授粉	55	56.4

第2表 授粉柱頭数を異にした場合の結果率の相違

Table 2 Difference of fruit-setting as affected by the placement of pollen on stigma.

(a) 1951年度

授粉柱頭数	結果数	落果数	合計
1柱頭授粉	19	30	49
2柱頭授粉	21	34	55
全柱頭授粉	25	50	75
合計	65	114	179

$x^2=0.279$ n=2 0.90>P>0.80

(b) 1952年度

授粉柱頭数	結果数	落果数	合計
1柱頭授粉	35	29	64
全柱頭授粉	31	24	55
合計	66	53	119

$x^2=0.679$ n=1 0.50>P>0.30

第3表 異なる柱頭数を有する子房の結果率の相違

Table 3 Difference of fruit-set in ovaries having different number of stigma.

柱頭数	結果数	落果数	合計
5	1	3	4
4	38	67	105
3	26	44	70
合計	65	114	179

$x^2=0.434$ n=2 0.90>P>0.8

第4表 株間交配と自殖との間の結果率の相違

Table 4 Difference of fruit-setting percentages between sister-brother crosses and selfing.

交配の種類	結果数	落果数	合計
自家授粉	45	93	138
株間交配	19	19	38
合計	64	112	176

$x^2=6.310$ n=1 0,02>P>0.01

第5表 1柱頭のみ授粉した場合の各心室内の種子数

Table 5 Seed number in every carpel when pollen grains were placed only on one stigma.

(a) 3心室の実果

心室の種類	種子粒数
対應心室	54.37 ± 5.39
隣りの心室	53.94 ± 4.66
隣りの心室	55.50 ± 6.31

(b) 4心室の果実

心室の種類	種子粒数
対應の心室	60.85 ± 6.02
隣りの心室	52.21 ± 4.86
向いの心室	57.28 ± 4.88
隣りの心室	52.92 ± 5.29

第6表 授粉柱頭数を変えた場合の果実重量と種子粒数に於ける差異

Table 6 Fruit weight and seed number as affected by the placement of pollen on stigma.

(a) 1951年度

授粉柱頭数	果実の心室	果実の重量	種子粒数	調査果実数
1柱頭授粉	3 4	1354.28 ± 97.05g 1433.33 ± 76.50	87.43 ± 27.36 130.91 ± 25.42	7 12
2柱頭授粉	3 5	1407.50 ± 137.41 1449.17 ± 76.97 1860.00	129.44 ± 9.72 151.60 ± 13.31 243.00	9 11 1
全柱頭授粉	3 4	1551.25 ± 57.77 1499.85 ± 191.05	135.75 ± 25.50 149.21 ± 24.44	12 14

(b)　1952年度

授粉柱頭数	果実の心室数	果実の重量	種子粒数	調査果実数
1 柱頭授粉	3	1553.68±104.51g	161.94±18.60	19
	4	1971.88±147.90	223.29±25.93	16
	5	2460.00	298.00	1
全柱頭授粉	3	1936.00±129.92	193.07± 5.71	15
	4	1962.30± 85.34	226.38±15.92	13
	5	2800.00± 50.00	343.00±14.14	2

その1心室に完全種子が全然認められず，その心室側で果実の肥大が行われず偏円となつていた。

授粉柱頭数を変えた場合果実重量と種子粒数は第6表の如く，授粉柱頭数が多くなればそれに比例して多くなる(第6表)。1951年の材料は非常に粃が多く，1柱頭及び全柱頭授粉区の果実に総粒数が10にも満たぬものがあつた。そのため2柱頭授粉区のものより誤差が大きくなり，却つて全柱頭の平均粒数が2柱頭授粉区のものより少ないこともあつた。

考　　察

花粉の通導組織は柱頭附近では独立しているが下向するにつれ近接し，花床部で合体し，子房内部の各心室に近づくにつれ分岐して行く。それ故1柱頭のみ授粉された花粉粒がすべての心室の胚珠に達しないという証拠はない。西瓜を材料としたMANN(1943)の研究では花粉の授粉された柱頭側の心室に於ける種子数が他の心室に於けるよりも多く，発育した果実が偏円となつたという

南瓜を材料とした本研究の結果では1柱頭のみ授粉の場合でも各心室内の種子数は類似して居り果実各部の発育に差異が認められなかつた。但しその種子の総粒数は2柱頭及び全柱頭授粉区よりも少なかつた。西瓜と南瓜とに於ける1柱頭のみ授粉の場合，心室に於ける種子分配の差異は花床前後に於ける通導組織の融合程度の差異によるものであろう。

摘　　要

1. 南瓜の雌花は3心皮からなり,3心室の子房を形成している。花柱には先端の2分した柱頭がある。雌花は4又は5心皮からなることがあり，その結果4又は5心室の子房となる。

2. 授粉柱頭数を異にした3種類の授粉の間の結果率に有意義な差異が認められない(第2表)。しかし果実重及び種子粒数は授粉柱頭数に比例して増加する(第6表)。株間授粉の結果率は自殖の場合より高い(第4表)。

3. 4又は5心室の果実は3心室の果実より一般に重く，多数の種子をもつている(第6表)。

4. たとえ1柱頭のみに授粉した場合でも南瓜の各心室は略同数の種子をもつている(第5表)。それ故花粉管は授粉側の花柱の通導組織と心室とに局限するものでない。

5. 1柱頭のみに授粉した場合，隣の心室にそれて花粉管が成長する割合はMANN (1943)により報告された西瓜よりも南瓜に於て高い。

終りに臨み御指導を賜つた作物部長吉野至德技官並びに当研究室室長宮下揆一技官に対し心から感謝の意を表する。

参考文献

MANN, L. K. 1943 Fruit shape of watermelon as affected by placement of pollen on stigma. Bot. Gaz. 105 ; 257-262.

Résumé

1. The pistil of squash consists of three carpels which form a three-loculed ovary, and the thick style is terminated by the bilobed or divided papillate stigma. Occasionally, the pistil may consist of four or five carpels with a resultant four or five-celled ovary.

2. No significant difference in fruit-set percentages was found among three pollina-

tions differing in respect to the number of pollen placed on stigma (Table 2). But the seed number and weight of fruits increased in proportion with the number of pollinated stigma (Table 6). The fruit-set is higher in sister-brother crosses than in selfings (Table 4).

3. Four or five loculed fruits are usually heavier and have more seeds than three-loculed ones (Table 6).

4. Even if pollinated on only one stigma, every carpel of squashes has an approximately equal number of seeds (Table 5). Therefore, pollen tubes did not confine their functioning to the lobe of the conductive tissue of the style and in the ovarian cavity, which is topped by the stigma where the pollen grains were placed.

5. The rate of pollen tubes moving laterally into each adjacent carpel is higher in squashes than in watermelons reported by MANN (1943), when pollen grains were placed on only one stigma.

植付時期並びに窒素肥料が馬鈴薯の萠芽開花及び疫病罹病程度に及ぼす影響

高　瀬　　　昇*

ON THE INFLUENCE OF DIFFERENT PLANTING TIMES AND NITROGENOUS FERTILIZER UPON THE EMERGENCE, FLOWERING AND INFECTION WITH *PHYTOPHTHORA INFESTANS* IN POTATOES

By Noboru TAKASE

1. 緒　　言

馬鈴薯に於て疫病抵抗性品種の育成が目下の急務とされていることは衆知の事実であるが，その際の抵抗性検定方法に関しては未だ的確なものを見出していない現状である。疫病抵抗性は品種により大きな差のあることは勿論で，確に遺伝的なものではあるが，他方生育の進むにつれて又外部環境の変化によつて，抵抗性が変化してゆく事も従来から知られている。本試験では生育段階，施肥条件の相違により疫病罹病程度がどのように変化するかを知つて，抵抗性検定の一資料とする為に行つた。設計上の不備から明らかになしえなかつた点もあるが，こゝに概略を報告する。

なお本報告の大部は昭和26年11月札幌農林学会病虫部会で講演したものである

2. 材料及び方法

供試品種としては早生品種の「男爵薯」並びに中生品種の「紅丸」を用いた。植付は5月8日，5月18日，5月29日の3回に行い，施肥量は標準窒素肥料区では3.3坪当り硫酸アンモニア75匁，過燐酸石灰69匁，硫酸加里43匁で，3倍窒素肥料区では硫酸アンモニアのみ226匁と標準区の3倍にして，他の2肥料については同量である。堆厩肥は用いなかつた。1区3.3坪で4反覆の乱塊法により，株間1.2尺，畦間2.5尺，1区4畦とした。薬剤撒布は行わず，他の栽培管理は慣行法によつた。

罹病程度の調査は7月25日，8月13日の2回に亘り行つた。調査方法は1区4畦中内側2畦の20個体を測定し，各々を第1表によつて分類し，各階級に属する個体数に罹病の程度を表す係数を乗じてその総和を総個体数×最大係数（10）で割り，100を乗じてパーセントで算出した。

第1表　罹病程度の分類

Table 1　Classification of the degree of infection.

階級	罹病程度	係数
1	病斑が認められない	0
2	病斑が1株の¼の葉に表れる	1.25
3	病斑が約半数の葉に表れる	2.50
4	病斑が¾の葉に表れる	5.00
5	病斑が全葉に表れる	10.00

3. 結　　果

萠芽期，開花期に及ぼす影響　第2表に萠芽期開花期調査の結果が示されている。表より明らかな様に，植付期，施肥量の相違によつて萠芽期，開花期の振れが大きいことがわかるが，第3表に萠芽，開花期を組合せて，植付期—萠芽期，萠芽期—開花期の各期間の日数を示し，それに及ぼす植付期，施肥量の影響を明らかにしてある。

第3表を見ると，先ず両品種共に植付期—萠芽

* 作物部普通作物第2研究室

第２表　萠芽期並びに開花期

Table 2　Date of emergence and flowering.

品種	項目＼肥料・植付期	3N 5月8日	3N 5月18日	3N 5月29日	N 5月8日	N 5月18日	N 5月29日
男爵	萠芽期	6月13日	6月12日	6月16日	6月6日	6月7日	6月15日
	開花期	7月13日	7月15日	7月20日	7月8日	7月12日	7月20日
紅丸	萠芽期	6月15日	6月14日	6月15日	6月4日	6月7日	6月13日
	開花期	7月14日	7月17日	7月19日	7月10日	7月14日	7月18日

註　1)　数字は4区平均　　2)　萠芽期は75%以上萠芽した時期，開花期は70%以上開花した時期

第３表　植付期，萠芽期，開花期の間の各期間と処理の関係

Table 3　Relation between periods from planting to emergence, emergence to flowering and planting to flowering and treatments.

植付期	品種＼期間・肥料	植付期—萠芽期 3N	N	差	萠芽期—開花期 3N	N	差	植付期—開花期 3N	N	差
5月8日	男爵薯	36	29	7	30	32	−2	66	61	5
	紅丸	38	27	11	29	36	−7	67	63	4
5月18日	男薯爵	25	20	5	33	35	−2	58	55	3
	紅丸	27	20	7	33	37	−4	60	57	3
5月29日	男薯爵	18	17	1	34	35	−1	52	52	0
	紅丸	17	15	2	34	35	−1	51	50	1

期，植付期—開花期の日数が多窒素区に多く，並びにそれが植付期の遅延に従つて減少していることが知られる。一方萠芽期から開花期までの日数では植付期の遅延による差があまり見られず，又品種間の差も全くないか或は極めて僅かである。即ち晩植は萠芽期間を短縮するが，地上に萠芽してから開花迄の日数には大きな影響を及ぼしていない。又多窒素は萠芽を遅延せしめるが，萠芽後開花迄の生育日数には影響を及ぼしていないか，或はむしろ促進的な結果を生じている。但し植付期から開花期までの全体としては，萠芽の遅延が著しい為に，多窒素により開花期が遅れたことになつている。

疫病罹病程度に及ぼす影響　第４表は７月25日第１回の調査結果を示したもの，第５表はそれの分散分析表である。表によると「男爵薯」と「紅丸」の罹病程度の差は極めて顯著であり，「男爵薯」の罹病程度が大きいが，これは従来から多く

第４表　疫病罹病程度（7月25日）

Table 4　The degree of infection with blight. (25/Ⅶ)

品種＼肥料・植付期	3N 5.8	3N 5.18	3N 5.29	N 5.8	N 5.18	N 5.29
男爵薯	18.9	23.2	16.7	23.1	24.7	15.4
紅丸	23.5	18.4	12.7	17.2	14.3	12.9

註　数字は４区平均

第５表　第4表の分散分析表

Table 5　Analysis of variance.

変因	偏差平方和	自由度	分散	F
全体	1,744.54	47	—	—
品種	174.04	1	174.04	24.79**
肥料	11.21	1	11.21	—
植付期	383.68	2	191.84	27.33**
ブロック	756.81	3	252.27	35.94**
品種×肥料	72.04	1	72.04	10.26**
品種×植付期	99.94	2	49.97	7.18**
肥料×植付期	1.09	2	0.55	—
誤差	245.73	35	7.02	—

の研究者により云われている通りである。植付期の違いによる罹病程度の差も亦明瞭で，総じて晩植になる程罹病程度が減少しているのが見られる。併しこれも品種の早晩性の差によつて若干異つた反応を示すようである。多窒素による罹病程度の差については明らかになしえなかつたが，5月29日植の間では殆ど差がなく，SCHAFFNIT & VOLK (1927) の報じているように，植付期の遅くなるにつれて多窒素による影響が小さくなる傾向が見られた。

次に第2回8月13日調査の結果を第6表に見るが，この時期には品種間の罹病度の差は益々大きく，「男爵薯」では7月25日調査の結果と殆ど同様な傾向を示しているが，「紅丸」では植付期の違いによる被害程度の差が殆ど見られなくなつたことが注目される。

4. 考　　察

5月8日植と5月18日植で萠芽期がかなり接近しているが，これは第1図に見られるように，気温が後半上昇していることにもよるが，他方降水量が5月8日植前後に殆どなく，乾燥状態に過ぎたのに反して，5月18日前後には適量の降雨があり，萠芽に好条件であつたことによるのが大であると考えられる。

硫酸アンモニア3倍施用によつて萠芽の遅延が起きているが，これは増施によつて種薯周辺の水の濃度が高まつて，根の吸水作用が妨げられたことが一因と考えられる。5月18日，5月29日植の多窒素の影響が5月8日植のそれより少なくなつてい

第6表 疫病罹病程度（8月13日）

Table 6 The degree of infection withe blight. (13/VIII)

品種 ＼ 肥料・植付期	3N 5. 8	3N 5. 18	3N 5. 29	N 5. 8	N 5. 18	N 5. 29
男爵薯	41.0	46.5	27.2	53.1	45.6	28.1
紅丸	15.5	15.0	15.1	13.4	12.8	13.3

第7表 第6表の分散分析表

Table 7 Analysis of variance.

変因	偏差平方和	自由度	分散	F
全体	10,972.66	47	—	—
品種	8,153.66	1	8,153.66	363.52**
肥料	12.82	1	12.82	—
植付期	952.18	2	473.09	21.09**
ブロック	12.95	3	4.32	—
品種×肥料	111.62	1	111.62	4.98*
品種×植付期	959.37	2	479.69	21.39**
肥料×植付期	97.26	2	48.63	2.17
誤差	672.80	35	22.43	—

第1図 平均気温と雨量

Fig. 1 Average air temperature and amount of rainfall.

るのは，降雨並びに気温の上昇という根の活動への好条件がこの抑制作用を減退せしめたものと思われる。

寄主の生育の進行程度，即ち成熟の程度，或は栽培条件が疫病抵抗性に及ぼす影響については従来より多くの報告がある。即ち相異なるageの馬鈴薯で何等の罹病程度の差も見出せなかつた研究者もあるが（PETHYBRIDGE, 1912；LÖHNIS, 1922；CROSIER, 1933），一方ageの進んだ茎葉及び早生品種が罹病大であつたとする報告もある（COLLINS, 1925；DE BRUYN, 1926；VOWINCKEL, 1926；MÜLLER, 1931；山本・木村，1951）。胞子の葉の表皮侵入試験では老葉が少し抵抗性大で，接種試験では若い葉に病斑が多く且つ菌は速やかに生育した（CROSIER, 1933）。接種試験の結果によると下葉の方が抵抗性大であつた（MÜLLER and MUNRO, 1951）。栽培環境，生育習性の影響については注意を要し，圃場試験では個体の抵抗性は明らかにされず，一つの群としての抵抗性が知られるだけである（BEAUMONT, 1934）。圃場に於いて基部の感染が大きいのは，微気象が好都合だからであつて，同じように抵抗性の2品種でも，それらの生育習性が菌の生育に良好或は不良な微気象を作り出す場合は，疫病発生の程度が異る（LIMASSET, 1939；LIMASSET and GODARD, 1943）。

日照時間を正常の13～14時間(3月)から9時間に短縮して人工的に成熟させたが，罹病性を増しえなかつた（MILLS, 1938）。一方長日で抵抗性を増した例もある（VINOGRADOVA, 1940）。

罹病程度は馬鈴薯体内の水―窒素率によつて変化し，窒素が増すと抵抗性も増大する（COLLINS, 1925）。高湿度下では細胞間隙に流動水が蓄積するが，これは菌の感染を容易にするという（JOHNSON, 1947）。又窒素肥料を増加することにより健全株が増加するが，過剰にすぎると反対に罹病し易くなる。しかしこれも加里の供給によつて調節しうる（MILES and THOMAS, 1925）。早生品種は葉の含水量が多い為に罹病性であり，乾燥土壌に生育した馬鈴薯は湿潤土壌に生育したものより抵抗性が大である（DE BRUYN 1926）。一般に顯著な抵抗性は燐酸又は窒素肥料を欠く時に発現されるが，馬鈴薯の場合は窒素欠乏によつて *Phytophthora infestans* の寄生を受け易い。生育初期には過剰に施肥されたものと正常のものとの抵抗性の差は認められなかつた（SCHAFFNIT and VOLK, 1927）。

本試験で7月25日と8月13日の調査結果を比較して見ると，「男爵薯」では罹病の傾向が両回共極めてよく類似しているのに反して，「紅丸」の2回目の調査では，植付期の違いによる罹病度の差が見られない。これはこの年の疫病発生が激しいものでなく，長期に亘らないで，第1回調査の7月25日以降はその勢力が弱まつた為と思われる。即ち「男爵薯」は早生品種の為，茎葉の分化生長は「紅丸」より早く停止し，7月25日以降も罹病率が大体そのまゝであつたのに反して，「紅丸」はその後もなお茎葉の発育旺盛であつたことが，罹病率を低下せしめ，又植付期の相違による差が明らかでなくなつた要因と考えられる。品種の早晩が疫病罹病度に及ぼす影響としては，生育段階に伴う差があると共に，その後の茎葉の生長力の強弱が大きな要因たりうる場合もあることを知つておかなければならない。

更にBEAUMONT (1934) が指摘したように，圃場試験では馬鈴薯が集団として存在する為に，集団の作る影響を考えなければならない。即ち馬鈴薯が老いるに従つて，疫病菌の発育に良好な環境（特に微気象）になること等が，病気の強さと速度を左右すると考えられる。上述の考えからして本試験では集団としての抵抗性を扱つたものであり，1個体の馬鈴薯の抵抗性についてまで言及することは適当でなく，別の試験に俟たなければならない。

摘　　要

馬鈴薯疫病抵抗性が生育段階，栽培条件によつて影響せられることは既に多くの報告があるが，相反する結果があり，この点については未だ確たるものがない。本試験は抵抗性検定方法についての予備試験として，植付時期並びに窒素肥料が抵抗性に及ぼす影響を知ろうとして1951年に行つたものである。上記の処理が萠芽期，開花期に対しても影響を及ぼしたので，それについての考察も併せ行つた。結果の大略は次の如くである。

1. 早生品種の「男爵薯」と中生品種の「紅丸」

を供試したが，多窒素により両品種共萠芽期が遅延し，その影響は植付期の遅くなるに従つて減少した。

2. 萠芽期より開花期までの日数では植付期の遅延による差があまり見られず，又品種間差も全くないか極めて僅かであつた。

3. 多窒素は萠芽後開花迄の生育日数に影響を与えていないで，むしろ促進的な傾向さえ見られた。

4. 植付期から開花期迄の期間は，萠芽の遅延が著しい為に，多窒素により遅延させられた結果になつている。

5. 両品種の疫病罹病度については「男爵薯」に大きくその差は顯著である。

6. 晩植区程即ち生育の遅れてるもの程罹病が少なかつたが，傾向については品種間差が存するようである。

7. 多窒素の疫病罹病に対する影響については品種に関して一定の傾向は認められなかつたが，植付期の遅延につれて多窒素の影響が減少しているようである。

8. 7月25日と8月13日の両回の罹病調査に於て「男爵薯」は同傾向を示したが，「紅丸」では後者の調査で植付期の違いによる差が見られなかつた。これには1951年の疫病発生が激しくなかつたことと，莖葉の生長力の強弱が因してると思われる。

9. 本試験では集団としての抵抗性が検討されたのであり，個体の抵抗性については別の試験に俟たなければならない。

最後に本試験施行並びに取纏めに当り種々御助言を賜つた当試驗場作物部長吉野至德，病理昆虫部長田中一郎当研究室長佐々木正剛，道立農業試驗場病虫部長成田武四の諸氏に深く感謝の意を表する。

引 用 文 献

1. Beumont, A. (1934) On the relation between the stage of development of the potato crop and the incidence of blight (*Phytophthora infestans*). Ann. Appl. Biol., 21 (1) : 23-47.
2. Bruyn, H. L. G. de (1926) Waarnemingen over de vatbaarheid van het loof van de aadappelplant voor de aadappelziekte. Tijdschr. Plantenziekten 32 : 1-29. (R. A. M., 5)
3. Collins, E. J. (1925) The physiologcal aspect of the incidence of late blight (*Phytophthora infestans*) of potatoes. Linn. Soc. London. Proc. 137 : 11-12. (R. A. M., 5)
4. Crosier, W. (1933) Studies in the biology of *Phytopthtora infestans* (Mont.) de Bary. Cornell Univ. Exp. Sta. Mem. 155.
5. Johnson, J. (1947) Water-congestion and fungus parasitism. Phytopath. 37 : 403-417.
6. Limasset, P. (1939) Resherchessur le *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. Ann. Épiphyt., N. S., 5(1) : 21-39. (Butler and Jones, 1949)
7. Limasset, P. and Godard, M. (1943) Ann. Épiphyt., N. S., vii, 145. (Butler and Jones, 1949)
8. Löhnis, M. P. (1922) Onderzoek over *Phytophthora infestans* (Mont.) de By. op de aardappelplant. Thesis, Univ. Utrecht, p. 1-96. (Crosier, 1933)
9. Miles, H. W. and Thomas, B. (1925) A preliminary study of the relationship between manuring and susceptibility to disease in potatoes. Jour. Agr. Science, 15(1) : 89-95.
10. Milis, W. R. (1938) The influence of maturity of potato varieties upon their susceptibility to late blight. Amer. Pot. Jour. 15(11) : 318-325.
11. Müller, K. O. (1931) Ueber die Entwicklung von *Phytophthora infestans* auf anfalligen und widerstandsfähigen Kartoffelsorten. Untersuchungen über die Kartoffelkrautfäule und die Biologie ihres Erregers. II. Biol Reichsanst. Land-u. Forstw. Arb. 18 : 465-505. (Crosier, 1933)
12. Müller, K. O. (1950) Neuere ausländische Arbeiten zur Züchtung *Phytopthora*-fester Kartoffelsorten (1939-1949). Ztschr. Pflanzenzücht., 28(2) : 210-229.
13. Müller K. O. and Munro, J. (1951) The reaction of virus-infected potato plants to *Phytophthora infestans*. Ann. Appl. Biol. 38 : 765-773.
14. Pethybridge, G. H. (1912) Investigations on potato diseases. Dept. Agr. and Tech. Instr. Ireland. Journ. 12 (1911-12) : 334-360. (Crosier, 1933)

15. SCHAFFNIT, E. and VOLK, A. (1927) Ueber den Einfluss der Ernährung auf die Empfänglichkeit der Pflanzen für Parasiten. (I Teil) Forsch. auf dem Gebiet der Pflanzenkrank. u. der Immunität im Pflanzenreich, iii : 1-45. (R. A. M., 6)

16. VINOGRADOVA, N. B. (1940) Methoden der *Phytophthora*-Resistenzzüchtung bei der Kartoffel. (Russ.) Vestnik Ovoscevodstvo i Kartoffel Nr. 3, 39-71 (MULLER, 1950)

17. VOWINCKEL, O. (1926) Die Anfälligkeit deutscher Kartoffelsorten gegenüber *Phytophthora infestans* (Mont) de By., unter besonderer Berücksichtigung der Untersuchungsmethoden. Biol. Reichsanst. Land- u. Forstw. Arb. 14 : 588-641.

18. 山本昌木・木村幹夫 (1951) 馬鈴薯の疫病菌に対する抵抗性, 北日本病害虫研究会年報 第2号, 33頁

Résumé

It is needless to say that in Japan blight-resistant potatoes are urgently needed. In the past, however, no attempt has been made to breed blight-resisters or to study conditions which should be employed in a test of blight-resistance. In this paper the results of a preliminary experiment are described which has been conducted to know if the variation of environmental condition or cultural practice could alter the resistance of potatoes to the blight. Two varieties, Irish Cobbler and Benimaru, were planted on three separate dates in the field at an interval of 10 days from May 8 to 29 and three times as much as customary amount of Ammonium sulphate was applied in order to compare with the effect of customary application. No fungicide was sprayed; they were naturally infected with the late blight fungus (*Phytophthora infestans*).

1. By an excessive application of nitrogen the emergence of shoot was retarded 7 days in the May 8 plantings of Irish Cobbler and 11 days in Benimaru and the number of days gradually decreased as the date of planting delayed, being only 1 and 2 days, respectively, in the May 29 plantings. It seems that the period from the emergence to flowering was not prolonged but rather shortened. With regard to the time elapsed from planting to flowering, it was prolonged also in the case of excessive application and showed the same tendency as was mentioned above with the later plantings. It is evident that such retardation of flowering was induced mainly by the abnormally late emergence of shoot. It is thought probable that the retardation of emergence largely depends upon the solution of fertilizer which was a little too much concentrated for the roots of a plant to take in.

2. As was previously reported by various investigators, the early variety Irish Cobbler showed more infections than the mid-season Benimaru at each time of estimation of infectants which was carried out twice during growing season. If was generally revealed that the less infections were observed the later the planting was made. It was impossible to draw any definite conclusion from this experiment as to the influence of excessive nitrogen upon the susceptibility of the plants to the blight. SCHAFFNIT and VOLK (1927) reported that in the early stages there was no difference in the degree of susceptibility to infection between normally and excessively nourished plants. It seems that it was just the case in

this experiment too, the later plantings manifesting no visible difference between normally and excessively nourished plants.

At both times of observation, July 25 and August 13, the modes of infection were quite similar with each other in Irish Cobbler, while in Benimaru the later observation exhibited somewhat different tendency, no evident difference in the degree of infection being detected between plants of various ages. In analysing this fact the following interpretation is considered to be reasonable. Namely, the late blight was not so prevalent in the year 1951 and after the first observation the disease was not progressive. Accordingly, in Irish Cobbler which developed its foliage poorly after July 25 the degree of infection was not altered very mnch, but, on the other hand, in Benimaru which still went on growing prosperously after that day the degree of infection in terms of percentage of a whole plant became lessened, the difference between plants of various ages growing less significant.

Consequently, when one studies blight resistance in a field experiment it should be remembered that the rate of growth of foliage after an attack of the blight may play an important rôle as well as the maturity or the stage of development which is thought to have much influence on the resistance of foliage to the blight.

In conclusion, it must be borne in mind that the results of this experiment have clarified some points about the susceptibility only of a population of plant and not of an individual plant, for the difference in disease intensity and resultant rate of spread follow from the increasing chances of the occurrence of primary infection foci as the plants became older, and from the greater chances of the environment (more especially the microclimate) being mor suitable for the development of the parasite among the older than among younger plants, as BEAUMONT (1934) stated.

發芽時の生育相との關連に於ける菜豆種子の子葉の意義

花　岡　　保*

THE ROLE OF THE COTYLEDONS OF THE KIDNEY-BEAN SEEDS IN RELATION TO THE GROWTH-PHASES OF SEEDLINGS DURING GERMINATION

By Tamotsu HANAOKA

1. 緒　　言

作物の生育中，播種後から発芽及び生育初期に亘る期間の生育変化は著しいものがあり，この生育のエネルギー源は栄養分の貯蔵器官である子葉並びに胚乳に負う所が多く，更に作物によつては子葉は単に貯蔵器官に止らず本葉の如く同化作用を営む場合も認められ，その機能に於ても差異が大きい。

從つて子葉及び胚乳がいかに消費され，作物の生育にいかなる影響を与えるかは興味ある問題で多くの研究者により甜瓜[19]，胡瓜[14]，南瓜[3,18]，トマト[14]，大豆[6]，豌豆[20,22]，菜豆[4,5,10,12,15,17,21]，落花生[3]，ルーピン[3]，大麦[21]，小麦[11,16,21]，燕麦[1]，水稲[7,8,9]等に就き，直接測定並びに子葉胚乳の除去処理等により比較検討された。

菜豆（*Phaseolus vulgaris* L.）に於ては ANDLE[21] 以降 CHANCE[4] は葉部摘除及び損傷がその後の生育に及ぼす影響につき報じ，又伊藤，前田[12]は化学成分につき明らかにし，又子葉の意義に関連して，BAILEY[2] 及び EYSTER[10] は種子の浸漬，CUMMINGS[5]，RUDOLFS[15] 及び佐々木，熊谷，巣山[17]等は種子の大小に関し報じた。筆者は発芽時に於ける生育相の関連に於て菜豆子葉の意義につき考察する為，昭和26年及び27年に発芽の過程並びに初期生育の経過を調べ，子葉内貯蔵物質の依存期間から，独立栄養期への生育相の移行及び子葉内貯蔵物質消尽の状況を調査したので，その成績の大要につき報告する。

2. 供試材料及び實驗方法

實驗 1. 暗所無肥條件下に於ける幼植物の生育に關する調查

昭和26年，子葉内貯蔵養分のみによる幼植物の生育を調査するため「菊地長鶉」を供試し，27°C の恒温槽内で蒸溜水で砂耕を行い，幼植物は20個体づつ抜取調査をした。幼植物は生草重，乾物重を求め，更に常法により粗蛋白，粗脂肪，炭水化物，粗纖維，粗灰分等を定量した。

實驗 2. 自然圃場條件下に於ける幼植物の生育に關する調查

生育環境を普通圃場の状態にし，又幼植物の観察，管理等を容易ならしめるため冷床用木枠内に「菊地長鶉」を 1 粒播し，調査は20個体ずつ掘取つた。播種は 6 月13日で，適宜灌水を行つた。最終調査は 7 月 4 日で幼植物の調査方法等については實驗 1 に準じた。尚実験施行期間中に於ける最高気温平均は25.9°C，最低気温平均は 11.2°C，平均気温は18.5°Cであつた。

實驗 3. 生育相轉換期の品種間に於ける差異に關する調查

生育相の転換期に関する品種間の差異を調査し更に実験 1 及び 2 の結果を多数の材料につき再検討するために，昭和27年経済的品種「金時」，「中長鶉」，「白地ビルマ」，「小手亡」，「トールシユガー」及び「ケンタツキー・ワンダー」の 6 品種を供用して圃場に 5 月17日播種し，標準耕種法で栽

* 作物部園芸作物研究室

培したものを30個体づつ掘取調査をした。

實驗 4. 生育相の轉換と施肥との關係に關する調査

生育相の転換に及ぼす土壌の肥瘦及び肥料施与との関係を知るため前年蕎麦で地整栽培を行つた地力の均一な圃場を使用して，昭和27年5月17日に「菊地長鶉」を播種し，幼植物30個体づつ掘取調査を行つた。試驗区は肥料施与区及び無肥区としたが，肥料の施用量は次の通りである。

番号	試驗区名	肥料施用量 (反当 kg)		
		硫酸アンモニア	過燐酸石灰	硫酸加里
1	肥料施用区	13.125	26.625	7.825
2	無 肥 区	0	0	0

3. 實驗成績並びに考察

實驗 1. 子葉内貯藏養分のみによる幼植物の生育

27°C の恒温槽内で無肥料で砂耕したが，播種後3～4日で地表露出が認められ，その生育状態は第1表に示す通り，根部の伸長は莖葉部に比し速かに行われることが認められる。第1図及び第2図は発芽生育に於ける生草重及び乾物重の変化を示したものであるが，子葉は生草重に於て凸型曲線を示し，乾物重に於ては降下曲線を示している。地表露出期に於ける子葉の乾物重は種子時の70%を示した。

第1表 暗所で砂耕した場合の幼植物の草丈及び根長

Table 1 The length of the stem and root in etiolated seedlings in sand culture.

部分 \ 生育日数	0日	2 日	4 日	6 日	8 日	10日
草 丈 (cm)	—	2.3	9.4	18.6	20.2	21.3
根 長 (〃)	—	3.9	13.6	16.1	18.1	18.2

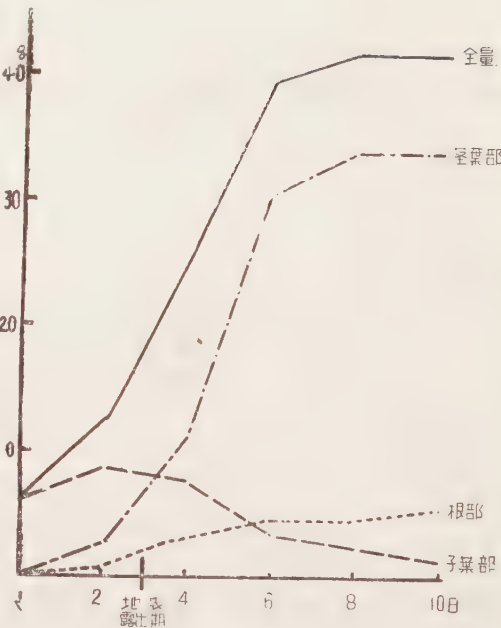
莖葉及び生草時の全重量はS字曲線を示すが全量は乾物重に於て初めから降下を示している。莖葉は6日目には生育を停止し，10日目には生育障害が認められ，子葉は種子時に比し，生草重で約20%，乾物重で10.4%となり，貯蔵養分消尽の限度に至つたものと考えられる。第3図は化学分析の結果であるが，消耗物質は主に炭水化物で，他

第1図 幼植物10個体当りの生草重

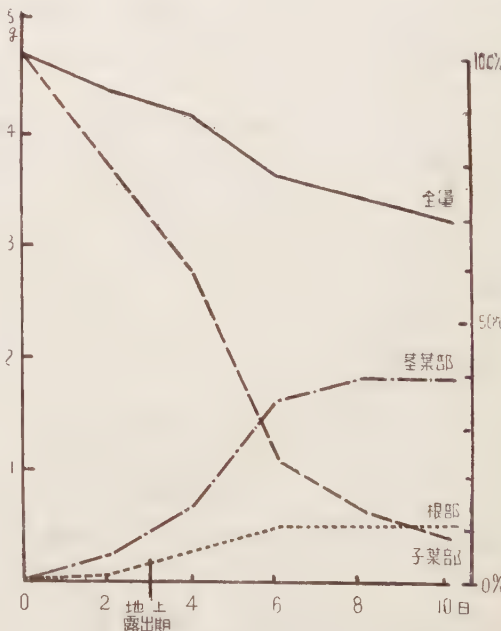
Fig. 1 Weight in grams per 10 seedlings.

第2図 幼植物10個体当りの乾物重

Fig. 2 Dry matter weight in grams per 10 seeedlings.

成分に於ては顯著な変化は認られない。以上の結果から考察すれば，初期生育に於て根部伸長の著しい点はMILLER[13]の報告と一致し，子葉の減少曲

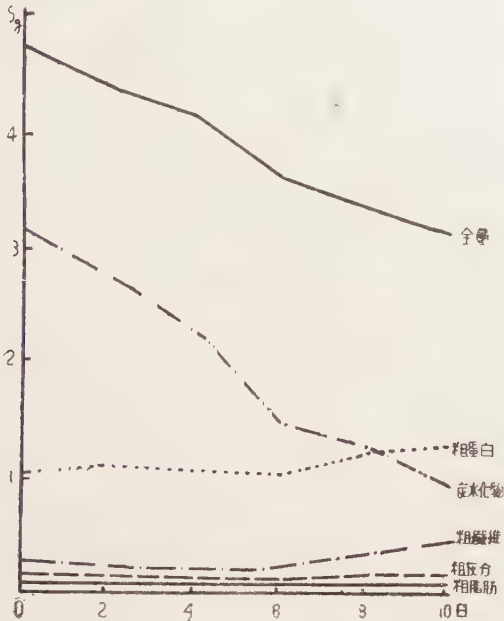
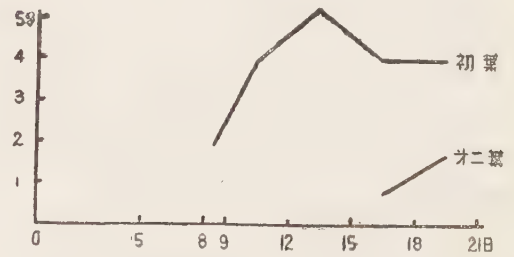
線及び莖葉の増加曲線は原則的にＳ字曲線を示す尙日光並びに肥料成分を制限した場合には，子葉養分消尽期と植物体の枯死開始期は略同時であるが，これは檀上[7,8]の結果と同様である。

第3図　化学成分分析結果

Fig. 3　Changes in chemical materials of etiolated seedlings.

第4図　幼植物10個体当りの生草重

Fig. 4　Weight in grams per 10 seedlings.

A．初葉の増加　The primary leaves.

實驗 2.　圃場に於ける幼植物の生育

冷床用枠内に圃場土壌を入れて播種した場合に於ける地表露出は7～8日目であるが，幼植物の生育は第2表の通りで，初期生育に於て根部の伸長

第2表　圃場で栽培した場合の幼植物の生育

Table 2　Growth of the bean seedlings growing in the field.

部分＼生育日数	0日	5日	8日	9日	12日	15日	18日	21日
草　丈　(cm)	—	—	6.5	7.0	8.4	9.1	12.6	13.0
根　長　(〃)	—	7.8	11.7	14.7	18.5	18.5	18.5	18.3
根　数	—	90	82	118	176	172	—	—
初葉の葉柄長(cm)	—	—	0.6	1.0	2.1	3.5	5.0	5.4
〃　葉　長(〃)	—	—	2.8	3.7	6.8	8.4	9.9	10.5
〃　葉　巾(〃)	—	—	2.7	3.6	6.3	7.9	9.0	10.1
第二葉の葉長(〃)	—	—	—	—	—	—	3.9	6.6
〃　葉　巾(〃)	—	—	—	—	—	—	2.2	3.8
第三葉の葉長(〃)	—	—	—	—	—	—	1.3	2.1
〃　葉　巾(〃)	—	—	—	—	—	—	—	1.1

B．第1節間重の増加　a：子葉附着部より下部
The first-internode.　b：同　じ　く　上部

第5図　節間部と葉部の生育の相互関係

Fig. 5　Curves showing relations of growing between the primary leaves and the first-internode in seedlings.

は特に速かである。第4図は生草重の変化を示しているが，莖部，葉部並びに全量の生長曲線は生

育の経過に伴い急激な上昇を示し，又子葉の消費曲線は凸型である。茎部は特に地表露出前から顕著な発育を示し，胚軸はアーチ状となつて地表に露出し，後子葉の間から初葉が伸長展開するに至る。

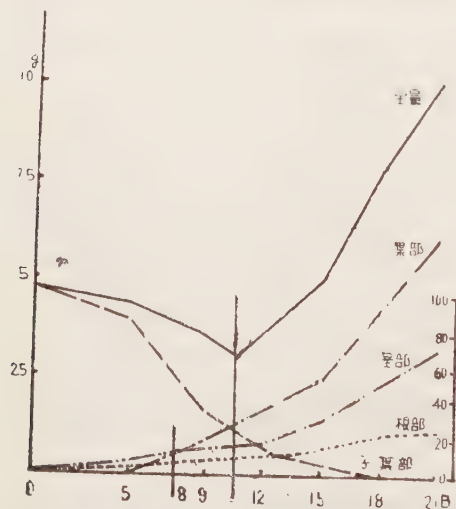
茎部と葉部との生育の関係は第 5 図に示す通りであるが，A図は初葉の生育各期に於ける 1 日当りの重量増加の変化を示し，B図は第 1 節間（First internode or cotyledonary node）の重量変化を示す。説明の都合上第 1 節間を 2 分したが，a部分とは第1節間のうち子葉の附著部から下の部分，b部分とは上部の部分を云う。種子は播種後速かな発根伸長と共に a 部分は 7 日目まで急激な生育をするが，8 日目から18日目頃までの期間は一時生育速度を減少し，21日目頃から再び上昇を示している。これに対し初葉及び b 部分の示す曲線は 9 日目以後から上昇をはじめ12日から15日目頃に最高となり，その後減少の傾向にある。初葉の生育に於ては初葉展開期は当曲線の上昇期に当り，初葉拡大生育期は最高期，初葉充実期は降下の時期に相当し，初葉の生育に於ては 3 生育相が認められた。

第 6 図　幼植物10個体当りの乾物重

Fig. 6　Dry matter weight in grams per 10 seedlings.

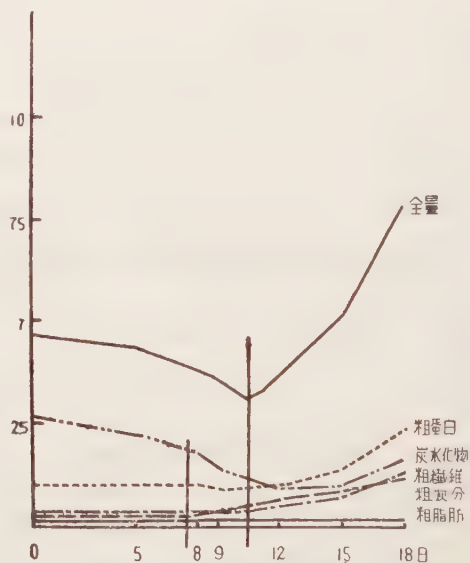
第 6 図は幼植物の乾物重の変化を示したものであるが，子葉は S 字型の消費曲線を示し，地表露出期には実験開始期に於ける種子重の53％に減少する。全重量に於ては谷型即ち V 型の曲線を示しこれは子葉内貯蔵養分の消費曲線と茎葉部等の増加曲線との 2 曲線が結合して作られたもので，子葉貯蔵養分依存の生育相から独立栄養摂取の生育相への転換を示している。第 6 図に示す通り両生育相は部分的に重複しているが，植物体を全体的にみれば最低の乾物重を示す点に意義がある。本実験に於ては11日目がこの時期に当る。生育相の転換期に於ける子葉の生草重及び乾物重は試験施行前に於ける種子子葉の生草重及び乾物重を 100 とすれば，生草重に於て89％，乾物重に於て25％であり，水分含有率は75％である。

第 7 図　化学成分分析結果

Fig. 7　Changes in chemical materials of seedlings in the field.

第 7 図は化学成分分析の結果であるが，子葉の貯蔵養分中，初期に於ては炭水化物のみが減少し生育相の転換期に於ては粗繊維及び粗灰分は増加の傾向にあり，粗脂肪，粗蛋白は変化なく，炭水化物は減少の傾向にあり，播種後15日目以降からは粗蛋白及び炭水化物の増加が認められた。子葉養分の消尽期は15日目頃であるが，子葉は15日乃至18日目の間に凋萎，脱落した。

以上の成績から明らかなことは，第一に胚軸の発育並びに根部伸長の速かに認められる点で，次に地表露出期に於て子葉の乾物重が，実験開始前

を100とした場合に比し53%に減少した事実から根部への転流を考慮したとしても，莖部中a部分の生育に相当の貯蔵養分が転流消費されている事がわかる。又初葉の生育に当つてはa部分が一時的に生育が減退し，一方b部分は初葉と同時期に生育の増加が認められる。而して初葉生育の充実期に至ると節間部a部が再び生育度を増加するに至るが，この点から考察すれば莖部並びに葉部の生育には段階的な過程或は調和的に作用する相互作用とも言うべき関係があるように思われる。

乾物重の最低期を生育相の転換期と考えたが，第5図に於ては初葉展開から拡大期即ち生育最盛期に至る期間に該当し，この時期に於ける生育の一時的減退又は子葉から莖葉への養分移行の一時的減退等は認められない。

従来，子葉の切除処理[4,6,7,8,14,18,19,22]の生育への影響については多くの研究があるが，菜豆に於ける地表露出期に子葉重が相当に輕減している点から考えて切除処理の影響は比較的少ない可能性が大である。ウリ科に於ける南瓜[18]・甜瓜[19]の如き作物と異り，大豆[16]程度の僅かな影響となる公算が大きい。

化学成分の変化については従来の成績[1,2,3,6,9,12,20,21]と同傾向を示したが，澱粉を主成分とする燕麦[1]に於て発芽初期に於ける脂肪の消費を報じているが，菜豆についてはこの傾向は認められなかつた。

實驗3.　生育相轉換期の品種間に於ける差異

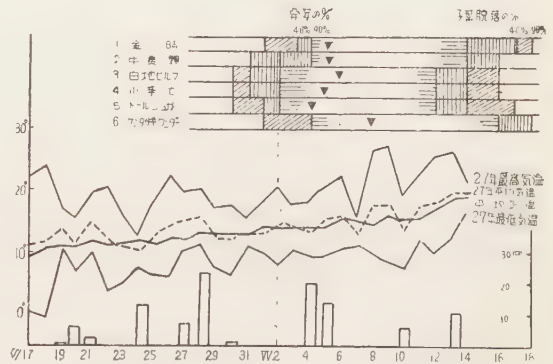
当地方の播種適期に，経済的品種を供用して標準耕種法により耕作した時の気象状況，発芽状態，生育相の転換期，子葉脱落の関係については第8図に示す通り明らかな相関があり，発芽の早い品種は生育相転換及び子葉の脱落が早い傾向が認められた。即ち「トールシュガー」,「小手亡」等は早く，「ケンタツキー•ワンダー」は遅い傾向にあり，他品種は中間に位置すると思われる。

第8図　生育狀態の品種間の差異

Fig. 8　Differences of growing in 6 varieties in bean seedlings.

第3表　全乾物重の変化

Table 3　Change of the dry matter weight.

番号	日数	0	14	16	18	20	22	24	26	乾物重最少の期日 (△印)	
	品種 ＼ 月日	5月17日	5月31日	6月 2日	6月 4日	6月 6日	6月 8日	6月10日	6月12日	日	月　日
1	金時	g 8.27	g 8.02	g 6.60	g 5.94 △	g 6.47	g 7.01	g 7.44	g 7.90	19	6月 5日
2	中長鶉	7.72	7.50	5.94	5.54 △	5.[illegible]	7.11	6.95	9.20	19	6月 5日
3	白地ビルマ	4.78	4.60	4.46	4.04	△ 4.03	5.56	6.06	5.99	20	6月 6日
4	小手亡	4.32	3.89	3.56	3.65 △	3.61	4.85	4.98	5.29	19	6月 5日
5	トールシユガー	6.98	6.73	5.04	△ 4.87	5.96	6.21	6.46	6.51	18	6月 4日
6	ケンタツキーワンダー	5.79	5.55	4.89	4.80	4.77	△ 4.16	4.77	5.14	22	6月 8日

備考；列の中間に記入した△印は乾物重の最少時期が調査日の中間にあると思われる場合

第3表は全乾物重の変化を示しているが，生育相の転換は6月4日から6月8日に亘り認められ，品種間に於ける種子重との相関は認められない。この時期に於ける子葉の生草重及び乾物重を実験開始前の子葉重を100とした場合に比較したのが第4表であるが，子葉重が生草重に於て90～140%，乾物重が20～40%附近に於て生育相の転換が認められる。供試品種中「中長鶉」が実験2に於ける「菊地長鶉」と同数値を示すのは興味あることで他品種に於ける指数も誤差は少ないと考えられ

第 4 表　子葉重量の減少指数（種子を100とする）

Table 4　Weight of the seedlings in percentage.

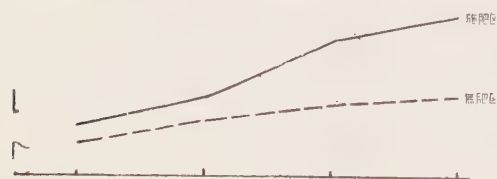
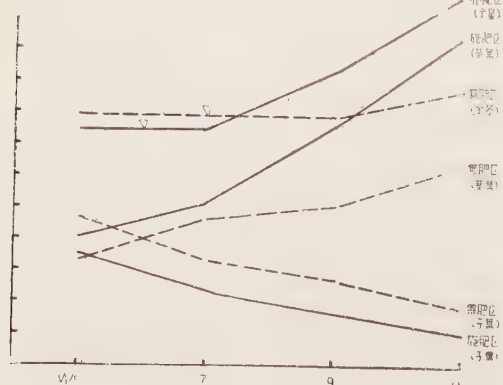
番号	項目 品種	日数 生草及乾物量の別	14 5月31日	16 6月2日	18 6月4日	20 6月6日	22 6月8日	24 6月10日	26 6月12日	生育相の轉換期に於ける子葉重量の指数
1	金時	生草重%	197	171	127	119	67	67	63	120%
		乾物重%	86	57	39	32	16	16	12	35%
2	中長鶉	生草重%	150	136	104	82	55	50	43	90%
		乾物重%	68	47	33	19	12	11	7	25%
3	白地ビルマ	生草重%	189	183	129	102	64	62	44	100%
		乾物重%	63	50	30	14	11	10	8	15%
4	小手亡	生草重%	170	153	126	117	96	98	66	120%
		乾物重%	55	42	29	23	16	16	12	25%
5	トールシュガー	生草重%	201	164	146	146	109	83	75	145%
		乾物重%	76	52	44	37	23	16	13	40%
6	ケンタッキーワンダー	生草重%	210	202	171	149	110	97	81	110%
		乾物重%	84	66	52	41	20	17	14	20%

第 9 図　施肥区と無肥区に於ける幼植物の生育

Fig. 9　Curves showing the growth of seedlings in fertilizer treatment and in no treatment.

る。生育相の転換期が幼植物生育の段階としての初葉展開期から拡大期に至る時期である事が認められたが，この点実験 2 の結果とも一致する。

實驗 4.　生育相の轉換期と施肥との關係

第 9 図は肥料施用区と無肥区に於ける重量変化を示しているが，施肥区は無肥区に比し，重量に於て勝り，子葉重に於ては施肥区は速かに低減する。又生育相の転換期は稍早くなる傾向にある。即ち地上部生育及び全植物体の乾物重は発芽初期から明らかに肥料施用区が優れ，子葉貯蔵栄養分は肥料施用区が早く消耗し尽す。

尚子葉の脱落については両区間に明らかな差異は認められず，子葉養分の消尽と子葉の脱落との間に若干の期間があると思われる。

摘　　要

1. 菜豆の発芽時に於ける生育の経過を知り，生育相との関連に於ける子葉の意義を明らかにするため調査を行つた。結果の大要は次の通りである。

2. 初期生育に於て，先ず顯著な根部伸長並びに莖部，a部分（第 1 節間の子葉附著部から下部）の生育が認められ，地表露出は，その最も旺盛な時で，子葉の乾物重は種子時の53%に減少する。

3. 初葉の生育には 3 生育相が認められ，初葉

の生育期間中莖部a部分の生育は一時減退し，他方莖部b部分（第1節間子葉附着部から上部）は初葉と同様の生育が認められた。

4. 子葉貯蔵養分の消費曲線及び植物体乾物重の増加曲線はS字型曲線を示し，圃場幼植物は谷型即ちV字型曲線を形成する。これは子葉の消費曲線と莖葉根部の生長曲線との結合によつて作られたためである。このV型曲線の最低点は幼植物が主として子葉内貯蔵養分に依存している生育相から独立栄養の生育相へ移行する境界的意義を有する。

5. 生育相の転換期は発芽後，初葉が展開を終えて初葉生育の最盛期へ移行する時期で，播種後は18～22日，即ち発芽揃後2～3日の時期に当るが実験開始前に於ける種子重を100とした場合に比較すると，生草重に於て90～140%，乾物重に於て20～40%である。

6. 生育相の転換期に於て，子葉から莖葉への養分移行及び生育の一時的減退は認められず，化学成分に於て，粗纖維，粗灰分は増加の傾向にあるが，粗蛋白，粗脂肪は変化なく，炭水化物は減少の傾向にある。

7. 生育相の転換期は，施肥状態では無肥の場合より早くなり，又子葉貯蔵養分の転流消費も速かとなる。

8. 子葉貯蔵養分の消費は比較的短期間に行われ，肥料を制限した場合の消尽期は植物体の枯死開始期と略一致するようである。普通圃場に於ては子葉の消尽期は生育相の転換期後数日で到来し子葉脱落より稍前と思われる。この時期に於て粗蛋白及び炭水化物は増加の傾向にある。

本実験を行うに当り御指導を戴いた作物部長吉野至徳園芸研究室長宮下揆一両技官に感謝の意を表し，併せて種々御援助を得た早瀬広司技官に謝意を表する。

参考文献

1. Albaum, H. G. and Eichel, B. (1943): The relationship between growth and metabolism in oat seedlings. Amer. Jour. Bot., 30. (I): 18-22.
2. Bailey, W. M. (1933): Structural and metabolic after-effects of soaking seeds of *Phaseolus*. Bot. Gaz., 94: 688-715.
3. Burkhart, L. (1938): Ammonium nutrition and metabolism of etiolated seedlings. Plant Physiol., 13: 265-294.
4. Chance, H. L. (1934): The influence of various types of defoliation and leaf wounding upon the growth and yield of beans. Amer. Jour. Bot. 21: 85-108.
5. Cummings, M. B. (1914); Large seed a factor in plant production Vermont Agr. Exp. Sta. Bull. 21: 85-108.
6. Dan F. McAlister and Krober, O.A. (1951): Translocation of food reserved from soybean cotyledons and their influence on the development of the plant. Plant Physiol., 26: 525-538.
7. 檀上　勉（1948）：稻の胚乳貯藏養分消費に関する研究，畯地農学，1：1-6
8. 檀上　勉（1949）：禾穀類の発芽に於ける胚乳貯藏養分の消費に関する研究（第一報）水稻の初期成育との関係，日本作物学会紀事，19(3, 4)：251～254.
9. Erygin, P. S. (1936): Changes in activity of enzymes, soluble carbohydrates, and intensity of respiration of rice seeds germination under water. Plant Physiol. 11(4): 821-831.
10. Eyster, H. C. (1940): The cause of decreased germination of bean seeds soaking in water. Amer. Jour. Bot. 27(8): 652-659.
11. Fikry, M. A. (1936): The influence of size and weight of seed upon the course of subsequent growth and upon yield of wheat. Bull. Royal Agr. Soc. Egypt, 23: 1-54.
12. 伊藤信夫・前田　治（1947）：菜豆（白色種）種皮のヘミセルローズ，札幌農林学会報，37(2)：7-8.
13. Miller, H. A. and Wetmore, R. H. (1945): Studies in the developmental anantomy of *Phlox drummondii* Hook. II. The seedling. Amer. Jour. Bot., 32(10): 628-634.
14. Oexemann, S. W. (1942): Relation of seed weight to vegetable growth differentiation and yield in plants. Amer. Jour. Bot., 29: 72-81.
15. Rudolfs, W. (1921); Influence of temperature and initial weight of seed upon the growth rate of *Phaseolus vulgaris* seedlings. Jour. Agr. Res., 26.: 537-539.

16. SANDO, W. T. (1939) : Effect of mutilation of wheat seeds on growth and productivity. Jour. Amer. Soc. Agr., 31(6) : 558-565.

17. 佐々木正二郎・熊谷征久・巣山芳子 (1952)：菜豆種実生産に関する研究（第一報）種子の大小について，園芸学会昭和27年春季大会研究発表要旨.

18. 鳥善鄰・伊藤正輔 (1946)：南瓜の子葉切除が其後の生育に及ぼす影響について，札幌農林学会報 37 (1).

19. SOPHIA, G., RAYMONDS, P., EDWARDS, T. J. and MINER, T. R. (1934) : On the effects of partial removal of the cotyledons upon the growth and duration of life of cantaloupe seedlings without exogenous food. Ann. Bot., 48 : 575-599.

20. STREET O. E. (1934) : Carbonhydrate-nitrogen and base element relationships of peas grown in water culture under various light exposures. Plant Physiol., 9 : 301-322.

21. 鈴木梅太郎 (1940)： 植物生理化学：298-299, 458-459.

22. WENT, F. N. (1938) : Specific factors other than auxin affecting growth and root formation. Plant Physiol., 13 : 55-80.

Résumé

This experiment was carried out in 1951 and 1952 to obtain information on the development of seedlings and to ascertain the role of the cotyledons in relation to the growth-phases of the beans during germination. The results are summarized as follows:

1. In early stage of the germination the roots made a very rapid growth and then particularly in the a-part (part of the first-internode lower than cotyledons) increased most excessively appearing above soil surface. At that time, the dry matter of the cotyledons in seedlings decreased to 53% of seeds.

2. During the growing period of the primary leaves consisting of three growth-phases, rapidity of the growing in the a-part of the stem decreased for a moment till the last phase of the primary leaves. On the contrary, rapidity of the growing in the b-part (part of the first-internode higher than cotyledons) increased and curve of the growing showed like in the primary leaves.

3. In general, curves indicating both decrease in the cotyledons and increase in plant in dry matter weight made S-curves, and curves indicating the total dry matter of the seedlings in the field showed V-curves.

As illustrated in the figures V-curve consisted of two S-curves, namely of decreasing curves and of increasing curve in dry matter weight.

It was very interesting to find that this lowest decrease-point in V-curve was nothing but the turning-point from the growth-phase chiefly depending on the nutriments in the cotyledons to the phase depending on action of roots and leaves.

4. The turning-point between the growth-phases, when the primary leaves were growing on the way to the maximum growing, fell on about 20th day after sowing and 2nd or 3rd day after germination. Then the green weight of the cotyledons corresponded to 90-140% to seeds before sowing and dry matter 20-40% to them.

5. At the turning-point, rapidity of the growing and changing of the materials in cotyledons did not decrease.

According to the results obtained from chemical analysis on the materials of seedling, crude fibre and total ash tended to increase, carbohydrates to decrease while crude protein and fat did not

change in weight.

6. In general fertilizer treatment hastened the turning-point and it appeared to be associated with the earlier transition of nutriments in cotyledons to the other part of the seedlings.

7. The period when nutriments were spent in cotyledons was comparatively short and in the case of the etiolated seedlings in no fertilizer treatment, the end of the consumption in nutriments fell on about the beginning of the withering to die.

In the field, the end of the consumption in nutriments in the cotyledons came a few days after turning-point ; it was likely to fall on the day before the beginning of the dropping of the cotyledons. At that time crude protein and carbohydrates tended to increase.

亜麻生育及び收量に及ぼす土壌水分の影響に就いて

中山林三郎* 升尾洋一郎** 村上準市**

STUDIES ON EFFECT OF SOIL MOISTURE ON THE YIELD AND GROWTH BEHAVIOR OF FIBER FLAX

By Rinzaburo NAKAYAMA, Yôichro MASUÒ and Junichi MURAKAMI

I 緒　　言

亜麻は他の作物と比較して，その要水量が多く特に繊維用種（Fiber flax）は種子用種（Seed flax）に比して，要水量が多いとされている。北海道に於ける亜麻はすべて繊維用種であるが，実際栽培に於て，干魃によつて，質，量共に不良を招くことは良く知られている。又人工灌水によつて，多收，良質の亜麻が得られ，充分に水分を施すことによつて，莖中の繊維数を増加すると云われている。亜麻生育にとつて水分の重要性は疑いもないが，水分の給源である土壌水分は如何なる時期の缺乏が最も影響が大であるかを知るためにこの実験を行つた。

II 材料及び方法

供試品種は北海道に於ける代表的繊維用種である「サギノー1号」で，生育及び特性の均一を図るため系統栽培を行つている1系統を用いた。供試土壌は今まで亜麻栽培の行われたことのない土壌を用いた。使用ポツトは5万分の1のワグネルポツトで，前記土壌を5.0 kg充填し，肥料は各要素0.4g宛，窒素は硫酸アンモニヤ，燐酸は燐酸ソーダ，加里は硫酸加里を用いた。

土壌表面からの蒸散を防ぎ，なるべく亜麻自体の蒸散を行わしめるために，ポツト上を厚紙で覆い，亜麻の生育箇所のみ穴をあけ，空隙は棉を詰めた。供試土壌は，よく風乾せるものに就いて飽和容水量を測定し，第1表の如く所定の土壌水分に保つように毎日1～2回給水した。1鉢当74粒の催芽種子を播種し，間引いて37本立とした。尚試験は3区制で行つた。1952年4月26日に播種し，7月30日に收穫した。

繊維歩留は2％苛性ソーダで30分間煮沸し繊維を分離し，莖重に対する比率で表わした。繊維細胞及び繊維束の調査は莖の中央部について行い，アルコール，グリセリン等量混合液に浸して保存し，随時切片を作つて検鏡した。切片は染色を行わず，位相差顕微鏡によつて観察した。

第1表　処理区別土壌水分

Table 1　Soil moisture of each plot.

時期 ＼ 処理区	5月			6月			7月		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下
1（標準区）	60								→60
2（無覆区）	60								→60
3	60	30	30	60					→60
4	60	60	30	30	60				→60
5	60	—	60	30	30	60			→60
6	60			→60	30	30	60		→60
7	60				→60	30	30	60	60
8	60					→60	30	30	60

備考　予め所定土壌水分のポット重量を算定しておき，その重量に達するまで給水した。6月中旬以後は作物自体重量を無視出来ないので，考慮に入れ給水した。

* 元作物部特用作物第1研究室

** 作物部特用作物第1研究室

Ⅲ　試験結果

1.　生育と土壌水分との關係

発芽は各区共良好で，爾后試験施行上支障を認めなかつた。各区の生育は水分を低下せしめると生育は著しく停滞を示した。これを草丈に就いて示すと，第2表の通りであるが，土壌水分の影響は時期的にかなりの差があることを示している

これは水分低下処理を行つている期間の草丈の伸長を，同時期の標準区のそれと比較すると一層明瞭となる。即ち，6月中，下旬に土壌水分を低下せしめた区は，標準区の伸長を100とすると7.0に過ぎず，最も草丈の伸長が抑制されることを示した。而して，この時期から遠ざかるにつれ，土壌水分の影響は逓減し，生育初期の抑制は比較的少ないと認められた(第3表)。又処理后の伸長は6月中旬以後に処理が行われた区に於て著しかつたが，収穫期までに回復せず，収穫后の調査に於いても，6月中，下旬に土壌水分の缺乏した区が最も草丈が低く，この時期から遠ざかるに従い，草丈は高くなつた。

第2表　草丈調査 (cm)

Table 2　Plant height of each plot during growth period in cm.

月日	5.11	5.21	5.30	6.9	6.19	6.29	7.10	7.19	収穫後
1	5.0	6.3	15.8	36.5	66.4	102.4	111.8	114.4	112.8
2	4.9	6.8	16.5	36.8	67.3	104.5	110.6	111.7	110.5
3	4.7	6.1	11.7	27.6	57.3	93.9	111.3	111.5	102.5
4	5.1	6.3	15.2	17.1	32.2	58.7	92.3	104.2	100.1
5	5.1	6.5	16.8	24.0	26.0	50.5	83.2	96.2	89.9
6	4.9	6.5	17.8	38.3	40.6	42.9	70.2	80.0	78.8
7	4.8	6.6	18.1	38.4	68.8	73.7	76.7	82.5	84.2
8	4.7	6.4	15.7	37.6	67.9	104.1	108.0	107.0	103.5

第3表　処理期間の処理区伸長と標準区伸長の比較

Table 3　Increase of plant height of treatment plot and of check plot during each treatment period.

	処理期間伸長	同左標準区伸長	標準区を100とせる比
	cm	cm	
3	7.0	10.8	64.8
4	10.8	30.2	35.8
5	9.2	50.6	18.2
6	4.6	65.9	7.0
7	7.9	45.4	17.4
8	2.9	12.0	24.2

2.　収量と土壌水分との關係

収量調査の結果は第4表に示す通りであるが，各処理区と標準区間の収量差を検定すると第5表の通りである。

第4表　収量調査

Table 4　Yield of fresh matter, air dry matter, straw and seed of each plot in gr.

項目 / 区別	生全重	乾全重	乾茎重	種子重	1000粒重	収穫本数
1	90.5	44.3	31.7	8.0	4.10	36
2	89.5	44.7	31.0	8.0	4.27	37
3	91.0	41.2	29.1	7.8	4.06	36
4	94.8	37.0	25.2	7.1	3.76	36
5	86.5	31.2	19.9	5.5	3.29	37
6	84.3	28.8	18.7	4.3	3.07	37
7	92.5	31.8	21.7	1.8	2.31	37
8	84.2	35.5	24.6	4.4	4.09	37

全重及び茎重は略々同一の結果を示し，5月中，下旬に土壌水分の低下せる第3区を除いて何れも減収の著しいことを示した。特に6月上，中旬並びに6月中，下旬に土壌水分の低下した第5及び第6区に於て減収が著しいことを示した。

第5表　標準区と各処理区間の収量差

Table 5　Significant difference of yield between treatment and check plots.

全　重　Air dry matter in kg.

処理区名	2	3	4	5	6	7	8	備考
標準区との差	0.31	3.16	7.33**	13.17**	15.50**	12.51**	8.93	t 0.05＝4.22 0.01＝5.81

NON

茎　重　Straw yield in kg.

処理区名	2	3	4	5	6	7	8	備考
標準区との差	0.70	2.63	6.47**	11.80**	12.97**	9.97**	7.07**	t 0.05＝2.95 0.01＝4.06

NON　**　*　**

子実重　Seed yiled in kg.

処理区名	2	3	4	5	6	7	8	備考
標準区との差	0.06	0.23	0.93	2.53**	3.70**	6.20**	3.66**	t 0.05＝1.53 0.01＝2.10

**　**

子実重については，全重，莖重の場合と異り，6月下旬，7月上旬間に土壤水分の低下した第7区の減収が最も顯著で，亜麻生育初期の土壤水分の缺乏は影響が比較的少なく，開花期の土壤水分の缺乏の影響が大きいことを示した。又千粒重も子実重と全く同じ傾向を示し，開花期に土壤水分の低下により粒重の輕くなることを示した。

3. 纖維と土壤水分との關係

纖維歩留は6月下旬，7月上旬に土壤水分の低下した第7区が16.2%で最も低く，第6，第5，第4及び第3区は夫々17.6，18.6，20.1及び21.1%で生育初期に近づくに従いその影響は少なくなる傾向を示した。

纖維細胞数は任意標本10個体の莖の中央部について検鏡した。細胞数は5月下旬，6月上旬処理及び6月下旬，7月上旬処理区が少なかつたが，一般に変異係数が高く，一定の傾向は見出し難かつた。

第6表 莖中央部に於ける纖維歩留，纖維細胞及び纖維束

Table 6 Fiber contents, the numbers of fiber cell and fiber bundle in mean stem.

	纖維歩留	纖維細胞数	変異係数	纖維束数	変異係数
	%		%		%
1	21.1	712.7±24.93	33.2	32.1±0.81	23.4
2	20.2	730.4±35.39	46.0	35.8±0.90	23.7
3	21.1	684.5±40.94	56.7	34.5±0.76	20.6
4	20.1	522.1±11.43	20.8	28.6±0.76	25.2
5	18.6	618.7±31.35	48.1	31.5±0.79	23.8
6	17.6	789.6±58.38	69.6	34.1±1.54	37.5
7	16.2	534.2±33.14	58.9	34.9±1.10	29.8
8	17.7	649.3±23.17	36.9	34.8±0.90	24.4

纖維束数は纖維細胞数に較べて変異係数は少なく，5月中，下旬の土壤水分の低下した第4区は28.6で最も少なく，第5区がこれに次いで少なかつたが，他の区の間には大差がなかつた。標準区の纖維束数が稍々低かつたが，これは束の発達が良好で，隣接纖維束と融合しているのが觀察された。

Ⅳ 論議及び考察

Schantz & Piemeizel (1927) の288種の植物を用いた研究によると，要水量の最大なものは亜麻と荳科植物であるとしており，又 Tulaikov (1926)によると，供試作物中，亜麻の蒸散系数が最大であると報告した。Herzog(1920) は亜麻の要水量の大きい理由として，亜麻の莖及び葉の蒸散面積が少ないにも拘らず，気孔数が多いためであるとしている。

以上の研究者等の報告によつても，亜麻の水分の要求の多いことは明らかであるが，亜麻生育期間中の水分の給源たる土壤水分の多寡は亜麻生育の良否に直接的影響があることは想像に難くない。本実験の結果から見ると，亜麻の生育及び収量に対し土壤水分の影響は甚だ大きいが，それも時期的に著しい差が認められた。即ち生育については，6月中，下旬の土壤水分の低下によつて草丈の生長が著しく停滞し，この時期から前后に処理時期がずれると影響は漸減するから6月中，下旬の土壤水分の缺乏が生育に最も影響があると云うことが出来る。松野 (1928) の報告によると亜麻の草丈と5月前期及び7月前期の両期の降水量の間に，正の相関があり，6月の生育最盛期に相関が認められないのは，根部の伸長が充分で，水分の吸収が容易であるためであるとしている。しかし本実験の結果から見ると，5月中，下旬の土壤水分の缺乏は爾后の水分の供給が充分であれば収穫期までに生育は回復することを示している。

更に収量に就いて見ると，全重，莖重共に5月中，下旬の処理区を除いて，減収を示すが，特に6月上～下旬の土壤水分の缺乏による影響が著しく，先に筆者の1人，中山 (1950) が亜麻莖収量と6月上，中旬の降水量との間に正の相関を認めて報告したが，これと略々一致した結果を示した。次に子実重は亜麻生育初期の土壤水分の影響が少なく，6月下旬～7月上旬の開花期の土壤水分の缺乏に著しい減収を認めたが，その生育相から見ると当然の結果であると云えよう。

纖維歩留は6月下旬，7月上旬に土壤水分の低下した第7区に於て最も低く，処理が生育初期に近づくに従い，歩留は向上した。しかしながら纖維歩留と莖の中央部の纖維細胞数及び纖維束数との間には，相関々係は見出せなかつた。纖維細胞及び纖維束の觀察は莖の中央部について行つたので，

この点については茎の各部に亘つて観察すべきものと思われ，又繊維歩留に関与する因子として単に繊維のみでなく，木質部，根部，胚軸，分枝部分の重量が関与するので，更に詳細に研究が必要と考えられる

V 要　約

1. 本試験は亜麻生育期間中，如何なる時期の水分缺乏が亜麻生育並びに収量に影響があるかを知るために行つた。

2. 供試品種は繊維用種「サギノー1号」を用いた。

3. 試験区は1区3ポット宛，8区を設け，5月上旬より7月中旬に至る間，2旬に亘つて土壌水分をその飽和容水量の30%に保ち，それ以外は60%に保つようにした。

4. 生育については，全生育期間に60%の土壌水分を与えた標準区が最も高く，水分の低下が6月中，下旬に起つたものは著しく生育が劣り，この時期から処理時期が前后するに従い影響が少なくなるのを認めた。

5. 全重，茎重共に6月上～下旬の土壌水分の低下による減収が著しく，子実重は比較的初期の土壌水分の影響は少なく，6月下旬～7月上旬の土壌水分の低下による減収が著しかつた。

6. 繊維歩留は6月中，下旬の水分低下区が最も低く，処理期が前後するに従い，漸次歩留が向上する傾向を示した。

7. 繊維細胞数及び繊維束数の変異係数は，前者は高く，後者に於て低かつた。茎の中央部に於ける繊維細胞数及び繊維束数共に繊維歩留との間に相関関係は認められなかつた。

参 考 文 献

1. SCHANTZ, H. L. and PIEMEIZEL, L. N., 1927 : The water requirement of plants at Akron, Colorado, U. S. A. Jour. Agr. Res., Vol. 34.
2. TULAIKOV, N. M., 1926 : The utilization of water by plants under field and greenhous., conditions. Soil Sci., Vol. 21.
3. HERZOG, A., 1920 : Beziehungen des Wassers zur lebenden Flachs Pflanze. Mitt. Frosh Inst Soraw. Bd. 2.
4. KIND, W., KOENIG, P., MÜLLER W., SCHILLING, E. und STEINBRICK, C., 1930 : Technologie Der Textilfasern.
5. DILMAN, A. C., 1931 : The water requirement of certain crop plants and weeds in the northern great plains. Jour. Agr. Res., Vol. 42.
6. 中山林三郎，1950： 北海道の亜麻収量と生育及気象条件との関係，日作紀事，第20巻
7. 吉田啓次郎，1936： 水分供給の差が亜麻発育並に靱皮繊維に及ぼす影響，日作紀事，第8巻
8. 松野傳，1928： 亜麻生育に関する調査，北農試報告，第21号，第1分册

Résumé

Studies on effect of soil moisture at various growth periods of flax plant on growth behavior and yield of fiber flax were made at the Hokkaido Agricultural Experiment Station, April to July 1952.

Soil moisture of check plots was kept at 60% through all growth periods and of treatment plots at 30% during 20 days of various growth periods, but except for those 20 days, the treatment plots were kept at 60%.

The results from these studies were as follows ;

1. Deficiency of soil moisture at middle to late June severely prevented growth of fiber flax.

2. Yield of straw showed lowest as a result of deficiency of soil moisture in June, but yield of seed showed lowest as a result of moisture deficiency in late June to early July. The farther treatment periods were distant from these periods which showed lowest yields of straw and seeds, the more the yields increased.

3. Fiber content was lowest as a results of deficiency of soil moisture in middle to late June.

4. Coefficients of variability of fiber cell numbers were high but of fiber bundle were low. Correlation between fiber content and numbers of fiber cell and fiber bundle were not significant.

除虫菊の栽培年次と收量について

山田岩男* 大槻知治**

THE RELATION BETWEEN THE YIELD OF PYRETHRUM PLANT (*CHRYSANTHEMUM CINERARIAEFOLIUM*) AND THE DURATION OF CULTIVATION

By Iwao YAMADA and Tomoharu OTSUKI

北海道に於ける除虫菊の反当收量は統計によると平均 5〜7 貫であつて，府県に於ける平均反收20貫に比べると約 1/4〜1/3であり極めて少ない。その原因は自然条件及び栽培条件等の相違によるものであるが，栽培様式としては北海道に於ては宿根栽培を行つているのと無肥料栽培を行つているものが多いことが主な原因と考える。特に宿根栽培を行う場合には，栽培年次によつて收量が漸次逓減する。従来これらについての試験結果がなく経験的に5〜6年を更新年限の限度と考えていたのであるが，和寒除虫菊試験地に於て昭和16年以降昭和23年まで 2 年株乃至 9 年株について收量調査を行つた結果が纏つたので報告する

I 實驗方法

(1) 調査方法

調査圃場は上川郡和寒村字菊野，和寒除虫菊試験地の試験圃場であつて，下記の調査区別により調査区を設けた。

区別	昭和15年	昭和16年	昭和17年	昭和18年	昭和19年	昭和20年	昭和21年	昭和22年	昭和23年
第 1 区	燕麦 除虫菊	除虫菊(2)	除虫菊(3)	除虫菊(4)	除虫菊(5)	除虫菊(6)	除虫菊(7)	除虫菊(8)	除虫菊(9)
第 2 区	馬鈴薯	燕麦 除虫菊	〃 (2)	〃 (3)	〃 (4)	〃 (5)	〃 (6)	〃 (7)	〃 (8)
第 3 区	燕麦	馬鈴薯	燕麦 除虫菊	〃 (2)	〃 (3)	〃 (4)	〃 (5)	〃 (6)	〃 (7)
第 4 区	馬鈴薯	燕麦	馬鈴薯	燕麦 除虫菊	〃 (2)	〃 (3)	〃 (4)	〃 (5)	〃 (6)
第 5 区	燕麦	馬鈴薯	燕麦	馬鈴薯	燕麦 除虫菊	〃 (2)	〃 (3)	〃 (4)	〃 (5)

備考 1. 括孤内は株齢を示す。2. 年次は栽植によつているので收穫した年は 1 年宛ずれることとなる。

調査区の配置は乱塊法により 4 区制で，1 区面積は3.1坪にした。供試品種は「北海 2 号」で，毎年 2 年株を株分けして秋期に燕麦の跡地に定植した。尚無肥料栽培及び施肥栽培の 2 様に行つたが前作物は一般耕種法に準じ標準肥料を施用した。除虫菊に対する肥料は反当魚粕 5 貫，硫酸アンモニア 2 貫，過燐酸石灰 4 貫，硫酸加里 2 貫で，このうち魚粕は収穫後追肥とした。

* 作物部普通作物第 3 研究室

** 同特用作物第 2 研究室

(2) 氣象狀況

調査期間中の気象状況は昭和16年，17年の両年は低温，寡照であり，昭和18年以降は程度に多少の差はあつたが高温，多照で旱害の徴候を示した。各年の気象状況の概要は次の通りである。

昭和16年 融雪以来気温低く，一時恢復したが再び低温となり，曇雨天の日が多かつた。收穫後も低温が持続して降水量は多かつた。

昭和17年 融雪期は平年より稍早かつた。爾後低温寡照で陰濕多雨の日が多く，5 月下旬以降稍高温であつた

が降水量は多かつた。然し開花期以後は降雨は少なかつた。收穫後は低温で降雨多く不順であつた。

昭和18年　融雪期は平年より4日晩く爾後低温であつたが，6月以降高温でしかも多照であつたために旱害の徴を示した。收穫後に於ても高温多照であつた。

昭和19年　融雪期は平年と大差なく，爾後低温であつたが，5月以降高温が続き，降雨も少なかつたので旱害を蒙つたが，昨年に比べると，降水量の分布がよかつたので，その程度は少なかつた。收穫後も高温多照であつたが，9月以降は雨が多かつた。

昭和20年　融雪期は極めて早く順調に経過したが，6月以降は低温で降水量も少なかつた。收穫後は高温寡雨であつたが，概して順調であつた。

昭和21年　5月中は稍低温であつたが,6月以降高温で，降水量も少なかつた。收穫後は高温寡雨であつたが9月以降は平年と大差なく，降水量は稍多かつた。

昭和22年　気温は稍低冷であり降水量は少なかつた。收穫後も気温は低冷であつた。

昭和23年　融雪期が極めて早く，気温は高く，降水量は5月中に稍かつた外は概して少なかつた。收穫後は気温稍高く，降水量は少なかつた。

昭和24年　融雪期はかなり遲かつたが，気温は5月中稍高かつた外は低温で比較的寡雨の天候が続いた。

II　實驗結果

生育並びに收量調査の結果は別表第1，第2表の通りである。本調査中の欠株は各区共殆んど認められず，調査施行上の支障はなかつた。これらの收量調査の結果について各年毎に分散分析を行つた結果は第1，2表の通りであり，その結果を取纒めたものが第3表である。

以上の結果についてみると，無肥料栽培及び施肥栽培において栽培年次と收量との間には總て有意な差のあることが認められた。

次に各年の結果について検討してみると，無肥料栽培に於ける昭和17年の結果では2年株と3年株との差はかなり大きい。然しこの2年株の收量は極めて多く，一般の栽培では4,500匁乃至1貫匁程度であるに反し，5貫700匁であるのは，前年用いた苗がかなり大きかつたこと，播種期が概して早かつたこと等に起因するものと考えられる。翌18年に於ける2年株乃至4年株の比較では，3年株が最高で4年株がこれについでおり，2年株は極めて收量が少ないが3年株と4年株との間には有意の差のあることが認められる。19年に於ける結果では4年株が最高收量を示し，3年株，5年株の順に收量の低下を示しているが，3年株と4年株との差は有意でなく，5年株との間には有意な差が認められた。次に昭和20年に於ては3年株が最高收量を示しており，4年株，5年株，6年株と株令を増すにつれて收量は逓減するが，3年株との差は孰れも有意であつて前年とは稍趣を異にしている。然るに21年には4年株が最も多く，3年株がこれにつぎ以下株齢と共に收量は低下しているが，4年株と3年株との間には有意な差は認められないが，他の株齢との間には有意な差があつた。昭和22年は4年株乃至8年株の比較であるが，4年株と5年株との間には有意な差は認められなかつた。このことは今までの結果には見られなかつたことである。6年株以降に於ては收量は著しく低下している。最後に23年の5年株乃至9年株の比較では5年株と6年株との間には有意な差はなく6年株及び7年株との間にも有意な差はないが，これは昭和21年に於ても認められることであつた。

次に施肥栽培の場合についてみると，昭和18年には4年株が最高であり，3年株との差は無意であつて，19年は前年同様4年株が最高で，3年株，5年株の順に收量は低下しているが，4年株との差は有意でない。然し20年には3年株が最高で4年株5年株，6年株と株令の増すに従つて收量は劣つているが，3年株との差は有意で無肥料栽培に於ける同年と同じ傾向にあるが，施肥栽培の他の年とは稍趣を異にしている。翌21年は3年株が最高收量を示し，5年株がこれにつぎ4年株，6年株，7年株と順位している。3年株と5年株との間の差は無意であるが，他の株齢との差は認められる。4年株の收量が5年株に比して少なく3年株と4年株の差の有意であるのは，第4区のブロツク区の変異が大きかつたためであろう。然しこの年の收量は各株齢共かなり多く，7年株に於ても反收14.6貫を挙げている。22年には4年株が收量が多く，以下株齢の増すに従つて收量は低減しているが，4年株と5年株とは無意である。23年に於ては5年株が最高收量を示し，7年株，6年株，8年株9年株の順に收量の低下を示しているが，実收は極めて少なく，9年株に於ては僅か50匁に過ぎず，無肥料

第1表　無肥料栽培の株齢による反当乾花收量の分散分析

Table 1　Analysis of variance of dry flower yield under no manuring cultivation.

試驗年次及比較	要因	自由度	変動	分散	F	p=0.05の限界差
昭和117年	全体	7	124.3713			3.48
2年株，3年株	ブロック	3	6.0426			
平均反收 2年株，5.71；3年株 13·15	栽培年次	1	110.7071	110.7071	43.57**	
	誤差	3	7.6213	2.5404		
昭和18年	全体	11	247.3455			1.55
2年株，3年株，4年株	ブロック	3	5.9043			
平均反收 2年株 1.57；3年株 12.08；	栽培年次	2	236.6426	118.3213	147.94**	
4年株 9.26	誤差	6	4.7986	0.7998		
昭和19年	全体	15	568.3040			2.26
2年株，3年株，4年株，5年株	ブロック	3	9.6000			
平均反收 2年株 4.17；3年株 18.18；	栽培年次	3	538.4872	179.4957	79.91**	
4年株 18.56；5年株 13.24；	誤差	9	20.2168	2.2453		
昭和20年	全体	19	417.7988			1.87
2年株，3年株，4年株，5年株，6年株	ブロック	3	3.0165			
平均反收 2年株 0.82，3年株 14.08；	栽培年次	4	397.1046	99.7762	67.39**	
4年株 10.22；5年株 7.67；6年株 5.48	誤差	12	17.6787	1.4732		
昭和21年	全体	19	354.1461			2.79
3年株，4年株，5年株，6年株，7年株	ブロック	3	23.7827			
平均反收 3年株 14.99，4年株 17.02；	栽培年次	4	290.8260	72.7065	22.07**	
5年株 10.75；6年株 8.54；7年株 6.94	誤差	12	39.5374	3.2948		
昭和22年	全体	19	210.1857			2.23
4年株，5年株，6年株，7年株，8年株	ブロック	3	5.6334			
平均反收 4年株 10 22； 5年株 8.10；	栽培年次	4	179.5808	44.8952	21.57**	
6年株 4.05，7年株 2.89；8年株 2.84	誤差	12	24.9715	2.0810		
昭和23年	全体	19	31.5283			2.14
5年株，6年株，7年株，8年株，9年株	ブロック	3	0.2924			
平均反收 5年株 4.92； 6年株 3.67；	栽培年次	4	28.8689	7.2172	12.20*	
7年株 1,79； 8年株 0.82 9年株 0.50	誤差	12	2.3669	0.5917		
昭和19，20，21年	全体	35	535.7965			1.99
3年株，4年株，5年株	処理(栽培年次)	2	198.0348	99.0174	52.58**	
平均反收 3年株 15.75	年	2	219.0322	109.5161	58.27**	
4年株 15.27	ブロック	9	47.1211			
5年株 10.55	処理×年	4	37.7764	9.4441	5.02**	
	誤差	18	33.8320	1.8796		
昭和20，21，22年	全体	35	508.4695			2.12
4年株，5年株，6年株	処理(栽培年次)	2	252.2900	126.1450	61.62**	
平均反收 4年株 12.49	年	2	160.6635	80.3318	39.24**	
5年株 8.84	ブロック	9	32.4459			
6年株 6.02	処理×年	4	26.2186	6.5546	320*	
	誤差	18	36.8515	2.0473		

第2表 施肥栽培の株齢による反当收量の分散分析

Table 2 Analysis of variance of dry flower yield under manuring cultivation.

試驗年次及比較	要因	自由度	変動	分散	F	p=0.05の限界差
昭和17年	全体	7	269.7694			5.67
2年株，3年株	ブロック	3	8.1853			
平均反收 2年株，5.67；3年株 16.68・	栽培年次	1	242 5503	242.5503	38.23*	
	誤差	3	19.0338	6.3446		
昭和18年	全体	11	429.3280			2.00
2年株，3年株，4年株	ブロック	3	6.0357			
平均反收 2年株 1.47；3年株 13.72；	栽培年次	2	415.2585	207.6293	155.06**	
4年株 14.18	誤差	6	8.0338	1.3390		
昭和19年	全体	15	1208.4193			3.74
2年株，3年株，4年株，5年株	ブロック	3	21.5985			
平均反收 2年株 3.11；3年株 22.42；	栽培年次	3	1137.6608	379.2203	87.73**	
4年株 24.64；5年株 21.70；	誤差	9	49.1600	5.4622		
昭和20年	全体	19	721.3376			3.17
2年株，3年株，4年株，5年株，6年株	ブロック	3	2.8374			
平均反収 2年株 1.09；3年株 18.23；	栽培年次	4	667.7914	166.9479	39.51**	
4年株 14.46；5年株 11.14；6年株 8.92	誤差	12	50.7088	4.2257		
昭和21年	全体	19	527.7930			6.36
3年株，4年株，5年株，6年株，7年株	ブロック	3	19.3956			
平均反収 3年株 25.71；4年株 18.95；	栽培年次	4	303.9083	75.9771	4.46	
5年株 21.26；6年株 16.32；7年株 14.61	誤差	12	204.4891	17.0408		
昭和22年	全体	19	215.3313			2.17
4年株，5年株，6年株，7年株，8年株	ブロック	3	10.4077			
平均反収 4年株 13.69；5年株 12.20	栽培年次	4	181.0468	45.2617	22.75**	
6年株 10.61；7年株 6.36；8年株 6.35	誤差	12	23.8768	1.9897		
昭和23年	全体	19	204.2112			1.22
5年株，6年株，7年株，8年株，9年株	ブロック	3	0.0112			
平均反収 5年株 13.28 6年株 4.10・	栽培年次	4	203.4215	50.8554	261.60**	
7年株 6.94 8年株 2.03；9年株 0.49	誤差	12	0.7775	0.1944		
昭和19，20，21年	全体	35	989.0331			5.34
3年株，4年株，5年株	処理(栽培年次)	2	105.0445	52.5228	4.06*	
平均反収 3年株 22.13	年	2	495.6633	247.8317	19.18**	
4年株 19.35	ブロック	9	45.9059			
5年株 18.03	処理×年	4	109.8170	27.4542	2.12	
	誤差	18	232.6014	12.9223		
昭和20，21，22年	全体	35	739.1720			4.41
4年株，5年株，6年株	処理(栽培年次)	2	93.1027	46.5514	5.27**	
平均反収 4年株 15.70	年	2	395.3204	197.6602	22.39**	
5年株 14.86	ブロック	9	54.7849			
6年株 11.96	処理×年	4	37.0662	9.2666	1.05	
	誤差	18	158.8978	8.8277		

第3表　株齢による反当乾花収量の有意差の有無

Table 3　Test for significance of difference on the dry flower yield per tan between different year-old plant

区別	年　次	株						令		p = 0.05 の限界差
		2	3	4	5	6	7	8	9	
無肥料栽培	昭和17	5.71	13.15*							3.48
	18	1.57	12.08*	9.26						1.55
	19	4.17	18.18×	18.56*	13.24					2.26
	20	0.82	14.08*	10.22	7.67	5.48				1.87
	21		14.99×	17.02*	10.75	8.54	6.94			2.79
	22			10.22*	8.10×	4.05	2.89	2.84		2.23
	23				4.92*	3.67×	1.79	0.82	0.50	2.14
施肥栽培	昭和17	5.67	16.68*							5.67
	18	1.47	13.72×	14.18*						2.00
	19	3.61	22.42×	24.64*	21.70×					3.74
	20	1.09	18.23*	14.46	11.14	8.92				3.17
	21		25.11*	18.95	21.26×	16.32	14.61			6.36
	22			13.69*	12.20×	10.61	6.36	6.35		2.17
	23				13.28*	4.10	6.94	2.03	0.49	2.22

備考　*はその年の最高収量　　×は最高収量に有意な差を示さない。

栽培と何等差のない結果を示す。

更に年次と株齢との交互作用についてみるのに無肥料栽培に於ける昭和19年乃至21年，即ち３年株乃至５年株の分散分析の結果をみると，株齢による収量の差も年次による差も有意であり，年次と株齢との交互作用も有意であり，年次と株齢との交互作用も有意である。即ち株齢によつて収量の差が認められ，又年次によつて収量にかなりの差があり，更に株齢による収量の差は年次によつて変らないことを示す。然し３年株と４年株とは有意な差は認められないが，５年株との間には明らかな有意差が認められる。又昭和20年乃至22年に於ける4年株乃至6年株の年次と株齢との交互作用も同様であつて，この場合には4年株，5年株，6 年株相互間に有意な差が認められる。

次に施肥栽培の場合を見ると，株齢による差及び年次による差は有意であるが，株齢と年次との交互作用は無意である。即ち年次によつて最高収量を示す。株齢が異なることを示す。

以上の結果無肥料栽培の場合には３年株及び４年株との差は認め難く，５年株以降に於ける収量との差は有意であり，7年株以降になると実収量もかなり低減する。又施肥栽培に於ては，３年株乃至５年株の間には有意な差がなく，以後株令がますと共に収量は低減し，８年株以後になると実収量はかなり少ない。

次に株令による収量割合を求めるために第３表から昭和20年，21年の3年株乃至６年株，昭和21年，22年の4年株乃至7年株，昭和22年，23年の５年株乃至8年株の2箇年宛の平均収量から，夫々の収量割合を求め，これから更に3年株乃至8年株の収量割合を算出し，同様の方法によつて，昭和19年乃至21年の３年株乃至５年株，昭和20年乃至22年の4年株乃至5年株，昭和21年乃至23年の５年株乃至7年株の３箇年平均収量から，3年株乃至７年株の収量割合を算出すると第４表の如くである。

以上の結果によると無肥料栽培に於いては1と2との収量割合の差は少ないが，施肥栽培に於ては2に於ける数字が高い割合を示している。又無肥料栽培と施肥栽培と比較すると，施肥栽培に於て4年株の収量割合が無肥料栽培に比して低い外は，各株令共無肥料栽培より高く，株の持続性は施肥によつて低下していないことを示す。昭和17年乃至21年の３年株の平均収量から各株齢の反当乾花収量を算出すると第５表の如くである。

除虫菊の栽培年次を決定するには株齢による反

第4表　反当乾花收量の株齢による收量割合

Table 4　Ratio of the yield of each year-old plant calculated from the dry flower yield per tan.

区　　別	3年株	4年株	5年株	6年株	7年株	8年株
無肥料栽培 1*	100	94	68	40	24	18
2**	100	96	69	46	34	(19)†
施肥栽培 1*	100	77	75	55	45	26
2**	100	88	82	60	49	(30)†

備考　*　2箇年宛の平均から求めた收量割合
　　　**　3箇年宛の平均から求めたもの
　　　†　1の割合から求めた

第5表　株齢による反当乾花收量

Tabl 5　Relation between dry flower yield per tan and the duration of cultivation.

区　　別	3年株	4年株	5年株	6年株	7年株	8年株
	貫	貫	貫	貫	貫	貫
無肥料栽培	14.50	13.78	10.01	6.24	4.21	2.76
施肥栽培	19.35	17.03	15.87	11.61	9.48	5.81

備考　前表の2の收量割合を用いて算出した。

当収量の推移及び収支の面に於ける平衡状態が明らかにされなければならないが，この点を確かめるために，除虫菊の生産費調査から更新年限を推定して限界收量を算出した。用いた生産費調査は上川郡和寒村に於ける昭和5年乃至7年の結果であつて，現在の経済状態とは全く事情を異にしているが，当時の北海道の除虫菊は上昇の途上にあり作付が漸次増加の傾向にあつて，生産も概して安定していたものと考えるので，そのまゝの数字を用いた。各年の反当生産費は第6表の通りである。尚第7年目及び第8年目の反当生産費を求めるために $y=a+bx+cx^2$ の式によつて各年の反当生産費を算出した。

限界收量の算出の方法は次の如くにして行つた。即ち各年の反当生産を a，b，c，………とすると，収穫するまでの総生産費は a+b+c+……であつて，これを乾花1貫匁の価格で除すると，収穫を継続するまでの総反当限界收量が得られる。この数字を第4表の2の收量割合から各年の反当限界收量を求めた。尚乾花1貫匁の価格は昭和5年乃至8年の平均価格2.56円を用い，反当生産費としては計算式によつて得た数字を用いた。

第7表は例えば無肥料栽培の場合の第3年目，即ち3年株で更新を行う場合には同年の生産は反当10貫632匁以上であることが必要であつて，これ以下の收量を示す場合には反当生産費を割ることとなり，経営は成立しないことを示し，他の場合に於ても同様である。而して更新年限を延長すると限界收量は低減し5年目で最低となり，爾後は株齢が増すと比較的生産量が高まり，しかも收量の割合が低下するために限界收量は上昇している。

次に更新年限を推定して，その間の收入を求めた結果は第8表の通りである。株齢による收量の変異については第5表を用いた。第1年目及び第2年目に要する生産費，即ち無肥料栽培に於ける15.884円及び施肥栽培に於ける20.576円（第2年目には施肥を行う）は第6表の割合から夫々の年の生産費に按分加算して，反当收入から控除した価を各年の純收入とした。

第6表　株齢と反当生産費

Table 6　Relation between the producting cost and the duration of cultivation.

		株					齢		
		第1年目	第2年目	第3年目	第4年目	第5年目	第6年目	第7年目	第8年目
		円	円	円	円	円	円	円	円
反当生産費	1	6.938	8.158	13.548	12.530	13.587	14.333	—	—
	2	6.222	9.262	11.340	12.856	13.810	14.202	14.032	13.300

備考　1.　昭和5年乃至7年の調査
　　　2.　$y=6.622+2.921x-0.821x^2$ より算出。

第7表　予想更新年限の反当總生產費，反当總限界生產量及び各株齢の反当限界收量

Table 7　Total producting cost and total limit amount of product per tan at the presumptional renewing year and the limit yield per tan of each year-old plant.

区別	予想更新年限	反当總生產費	反当總生產量	株齢 3	4	5	6	7	8
		円	〆	〆	〆	〆	〆	〆	〆
無肥料栽培	3 年 目	27.224	10.632	10.632	—	—	—	—	—
	4 〃	40.080	15.656	7.988	7.668	—	—	—	—
	5 〃	53.890	21.051	7.944	7.626	5.481	—	—	—
	6 〃	68.092	26.598	8.552	8.210	5.901	3.934	—	—
	7 〃	82.124	32.079	9.298	8.926	6.416	4.277	3.161	—
	8 〃	95.424	37.275	10.240	9.830	7.066	4.710	3.482	1.946
施肥栽培	3 年 目	36.508	14.257	14.257	—	—	—	—	—
	4 〃	54.606	21.330	11.346	9.984	—	—	—	—
	5 〃	72.458	28.308	10.484	9.226	8.597	—	—	—
	6 〃	91.302	35.664	10.807	9.510	8.862	6.484	—	—
	7 〃	109.976	42.959	11.335	9.974	9.235	6.801	5.554	—
	8 〃	127.918	49.986	12.217	10.751	10.018	7.330	5.986	3.665

備考　肥料費は次の通りに算定した。

鰊粕	5〆 単価 4円5銭	金額	2円25銭	過燐酸石灰	4〆 単価 1円18銭	金額	0円47銭
硫酸アンモニア	2〆 〃 3円9銭	〃	0円78銭	硫酸加里	2〆 〃 5円70銭	〃	1円14銭
					計	〃	4円64銭

第8表　予想更新年限の各株齢の純收入

Table 8　The net profit of each year-old plant at the presumptional renewing year.

区別	予想更新年限	株齢 3年株	4年株	5年株	6年株	7年株	8年株	計	平均收入
		円	円	円	円	円	円	円	円
無肥料栽培	3	9.896	—	—	—	—	—	9.896	9.896
	4	17.676	14.999	—	—	—	—	32.675	16.388
	5	19.786	17.025	7.679	—	—	—	44.490	14.830
	6	20.663	17.876	8.286	0.524	—	—	47.349	11.837
	7	21.174	18.359	8.638	0.755	−2.976	—	45.950	9.190
	8	21.415	18.589	8.803	0.865	−2.895	−7.063	39.714	6.619
施肥栽培	3	12.978	—	—	—	—	—	12.978	12.978
	4	22.610	16.467	—	—	—	—	39.077	19.539
	5	25.934	19.393	15.926	—	—	—	61.253	20.418
	6	27.319	20.612	17.062	7.137	—	—	72.130	18.032
	7	28.125	21.321	17.723	7.621	3.935	—	78.725	15.745
	8	28.523	21.672	18.050	7.859	4.130	−4.577	75.657	12.609

以上の結果によると收穫初年目即ち3年株で更新するとすれば，第1年目及び第2年目の生產費の負担が大きいために純收入は極めて少ないが，無肥料栽培では4年株で更新する場合が各年の純收入が最高で，更新年限が増すと收入は漸次減少し，各年の收入を見ると，7年株で更新すると予定すれば，7年目には收入は負の価となり，8年株で更新する場合も7年株以降はマイナスとなり，各年の純收入の総額では，6年株で更新する場合が最も多い。施肥栽培の場合には年平均收入は5

年株で更新の場合で，収入の総額は7年株更新の場合で，収入がマイナスになる株齢は8年株であつて，無肥栽培の場合に比して1年宛ずれていることが認められる。

尚除虫菊の収量が年によつてかなり変異のあることは分散分析の結果からも明らかであり，又果樹に於ける隔年結果の如き現象も第5表の収量表を見れば認められるところである。かなり株齢の高いものでも予想外に生産をあげる年があるために，実際栽培に当つている当事者には更新を行うことを控目にし，又地形によつては労力的に適期に更新を行うことが困難な場合があり，従来は除虫菊は所謂投機的作物と称されていて，価格の変動がはげしいために思惑的な意味もあつて更新は仲々困難であつた。然し栽培の合理化の点からみれば適期に更新を行うことは極めて有利である。

Ⅲ 摘　　要

和寒除虫菊試験地に於て，昭和16年から昭和23年まで除虫菊の株令と収量とについて調査を行つた。その結果を取纏めると次の通りである。

1. 無肥料栽培に於ては3年株と4年株との収量の間には有意な差がなく，年によつて最高収量を示す株令が異なるが，3～4年株に最高収量を示し，3年株と5年株以降とは有意であるが，4年株と5年株の収量は昭和22年のみ無意で，他の年には孰れも有意な差が認められた。

2. 施肥栽培では3年株乃至4年株では有意な差なく，最高収量は3年株のこともあり4年株の場合もある。

3. 3年株乃至8年株の収量割合を求めた結果によると，無肥料栽培に於ては4年株の収量の低下は施肥栽培の場合より少ないが，爾後に於ては施肥栽培の収量割合の低下に比して大きく，施肥によつて持続性が高められる。

4. 更新年限を想定して，各年の限界収量を算定した。

5. 純収入について算出した結果によると無肥料栽培では4年株で更新すると各年の平均収入が最も高く，栽培を続けると平均収入は減少する。然し施肥栽培では5年株で更新する場合が最も純益が高く，4年株で更新する場合がこれにつぎ，更新をおくらすに従つて収入は減少する。

Résumé

Studies on the relation between the yield of Pyrethrum plant (*Chrysanthemum cinerariaefolium* VIS.) and the duration of cultivation were performed at Wassamu Pyrethrum Experimental Farm from 1941 to 1948. Results obtained are as follows:

1. Under no manuring cultivation no significant differences for the yield between 3-and 4 year-old plants were obtained and these plants had highest yield comparing with other year-old plants.

2. Under manuring cultivation significant differences for the yield among 3-, 4- and 5 year-old plants were not observed and either 3- or 4 year-old plants had highest yield in some years.

3. The decrease of yield under no manuring cultivation was more than under manuring cultivation for older than 4 year-old plants.

4. We anticipated the age of plants to be renewed and calculated the limit yield of each year-old plants.

5. From the calculation for the net profit, by renewing plants after they have been cultivated for the past 4 years the average profit of each year may be highest under no manuring cultivation, but under manuring cultivation the highest profit can be obtained by renewing the 5 year-old plant and the profit decreases in proportion to the retardation of the renewing period.

別表 第1表 無肥料栽培に於ける生育及び収量調査

Appendix 1 Some characters during growing period and the yield under no manuring cultivation.

試驗区別	株齢	開花期	開花期				收穫期	反当收量		100花重
			草丈	茎数	分枝数	着花数		乾花	乾茎	
		月 日	cm	本	本	個	月 日	〆	〆	g
第1区	2年株	7. 1	48	7	0	7	7. 9	0.386	3.568	30.5
		〃	49	12	1	13	〃	1.254	3.375	26.9
		〃	41	9	0	9	〃	2.411	6.075	27.6
		〃	50	9	3	12	〃	2.507	5.978	27.1
	3年株	6.31	40	29	1	30	7. 9	10.661	23.439	24.7
		〃	43	24	0	24	〃	12.342	15.621	26.3
		〃	38	36	5	41	〃	14.657	30.375	25.1
		〃	43	34	3	37	〃	14.946	32.207	25.3
	4年株	6.28	46	25	0	25	7. 6	7.425	23.626	—
		〃	45	40	1	41	〃	8.679	26.809	—
		〃	47	42	1	43	〃	10.028	32.045	—
		〃	49	47	2	49	〃	10.897	37.318	—
	5年株	7. 7	57	32	13	45	7.21	12.344	41.949	28.5
		〃	57	34	12	46	〃	13.306	41.076	28.3
		〃	57	41	13	54	〃	15.043	51.300	29.3
		〃	60	23	6	29	〃	12.247	41.175	29.4
	6年株	6.26	45	23	0	23	7. 6	4.436	5.786	17.7
		〃	38	23	4	27	〃	4.916	11.406	16.4
		〃	40	25	3	28	〃	5.207	8.872	20.5
		〃	46	20	2	22	〃	7.328	17.164	20.5
	7年株	7. 3	39	19	1	20	7.14	6.943	17.164	23.8
		7. 1	34	15	0	15	〃	3.663	8.101	19.5
		7. 4	40	23	1	24	〃	7.714	18.707	20.4
		7. 2	43	33	4	37	〃	9.450	28.372	22.2
	8年株	6.23	41	12	0	12	7. 5	2.893	7.714	26.3
		〃	44	11	0	11	〃	1.543	3.086	19.8
		〃	46	16	0	16	〃	2.893	5.786	19.4
		〃	46	13	1	14	〃	4.050	14.078	21.4
	9年株	7. 2	37	7	0	7	7.16	0.413	1.032	24.6
			34	6	0	6	〃	0.578	1.254	20.3
第2区	2年株	6.31	40	16	2	18	7. 9	5.689	10.125	24.8
		〃	39	21	2	23	〃	5.978	10.798	25.5
		〃	41	22	1	23	〃	4.822	8.582	24.5
		〃	38	20	0	20	〃	6.364	11.572	24.5

試験区別	株 齢	開花期	開花期 草丈	開花期 茎数	開花期 分枝数	開花期 着花数	収穫期	反当収量 乾花	反当収量 乾茎	100花重
		月 日	本	本	本	個	月 日	〆	〆	g
	3年株	6.28	52	32	3	35	7 .6	11.764	33.653	—
		〃	49	23	0	23	〃	10.703	35.196	—
		〃	49	47	0	47	〃	12.438	35.867	—
		〃	46	44	5	49	〃	13.403	41.753	—
	4年株	7. 7	63	37	17	54	7.21	19.093	58.628	30.5
		〃	63	43	17	60	〃	19.043	63.257	28.3
		〃	62	31	15	46	〃	18.127	56.887	31.6
		〃	62	32	10	42	〃	17.993	56.818	28.8
	5年株	6.26	42	25	5	30	7. 6	7.907	16.393	22.5
		〃	44	23	3	26	〃	7.136	12.536	29.9
		〃	44	18	3	21	〃	7.521	16.007	20.4
		〃	46	24	6	30	〃	8.100	15.814	20.5
	6年株	7. 3	41	28	3	31	7.14	6.557	17.550	23.3
		7. 2	44	34	1	35	〃	10.414	25.650	20.0
		〃	41	31	1	32	〃	8.679	20.250	22.9
		〃	45	29	2	31	〃	8.486	22.402	23.0
	7年株	6.23	44	8	0	8	7. 5	1.736	5.401	19.9
		〃	49	15	0	15	〃	4.436	11.186	25.4
		〃	47	17	1	18	〃	2.701	5.208	24.0
		〃	44	14	0	14	〃	2.700	5.786	20.8
	8年株	7. 3	26	8	0	8	7.16	0.578	1.157	17.1
		〃	41	9	0	9	〃	1.061	2.314	20.8
第3区	2年株	6.28	48	9	0	9	7. 6	1.736	3.567	—
		〃	47	10	0	10	〃	1.446	3.085	—
		〃	49	11	1	12	〃	1.639	3.567	—
		〃	46	9	0	9	〃	1.446	3.182	—
	3年株	7. 7	64	33	27	60	7.21	18.803	50.143	28.9
		〃	62	34	19	53	〃	18.416	49.655	30.1
		〃	65	31	22	43	〃	20.925	58.628	28.1
		〃	60	29	17	46	〃	14.559	40.014	28.8
	4年株	6.26	45	29	10	39	7. 6	9.836	27.578	20.4
		〃	45	26	10	36	〃	10.607	20.828	21.6
		〃	48	28	7	35	〃	12.343	29.122	18.4
		〃	46	20	4	24	〃	8.100	13.500	20.5
	5年株	7 .3	43	27	1	28	7.14	8.293	21.407	22.3
		7. 2	45	30	3	33	〃	12.343	32.785	25.8
		〃	44	33	4	37	〃	13.500	37.414	24.6
		7 .3	46	24	2	36	〃	8.871	21.599	22.8
	6年株	6.23	45	14	1	15	7. 5	3.472	8.679	17.4
		〃	46	12	0	12	〃	4.436	13.307	23.7
		〃	47	17	3	20	〃	5.786	15.621	23.0
		〃	46	15	0	15	〃	2.507	7.521	22.1

試験区別	株齢	開花期	開花期				収穫期	反当収量		100花重
			草丈	茎数	分枝数	着花数		乾花	乾茎	
		月 日	cm	本	本	個	月 日	〆	〆	g
	7年株	7. 2	34	13	0	13	7.16	2.025	5.207	20.8
		〃	37	9	0	9	〃	1.543	3.664	21.3
第4区	2年株	7 7	54	7	2	9	7.21	2.989	6.846	31.2
		〃	54	10	1	11	〃	3.954	9.933	33.3
		〃	57	11	3	14	〃	4.532	11.378	33.1
		〃	58	10	4	14	〃	5.208	12.973	32.8
	3年株	6.26	47	30	10	40	7. 6	12.728	19.864	25.5
		〃	52	31	9	40	〃	15.621	35.871	21.4
		〃	51	28	7	35	〃	14.850	21.986	20.7
		〃	45	29	10	39	〃	13.114	25.650	21 0
	4年株	7. 2	51	35	9	44	7.14	15.814	43.972	27.1
		7. 1	52	39	9	48	〃	17.550	48.598	25.2
		7. 2	50	42	8	50	〃	18.129	44.550	23.8
		〃	46	39	2	41	〃	16.586	44.743	24.2
	5年株	7. 2	51	18	2	20	7. 5	6.943	16.586	24.0
		〃	52	27	4	31	〃	9.064	27.867	21.3
		〃	48	22	6	28	〃	8.871	26.228	24.0
		〃	49	22	3	25	〃	7.522	19.478	25.3
	6年株	7. 2	43	17	0	17	7.16	3.954	11.956	23.5
		〃	44	15	1	16	〃	3.375	8.293	21.8
第5区	2年株	6.26	34	7	0	7	7. 6	0.964	2.159	24.0
		〃	38	8	0	8	〃	0.590	0.785	18.0
		〃	41	9	0	9	〃	1.157	2.700	20.5
		〃	41	7	0	7	〃	0.578	1.350	20.6
	3年株	7. 1	46	28	11	39	7.14	12.724	19 552	22.2
		〃	52	34	12	46	〃	13.496	22.811	26.2
		7. 2	52	36	6	42	〃	17.550	44.549	24.8
		〃	57	39	5	44	〃	16.195	42.819	25.6
	4年株	6.23	48	25	4	29	7. 5	9.449	24.490	24.0
		〃	53	19	3	22	〃	7.521	16.198	25.8
		〃	54	29	5	34	〃	11.378	18.707	17.0
		〃	56	27	6	33	〃	12.534	34.517	25.3
	5年株	7. 2	49	17	0	17	7.16	3.858	9.403	25.6
		〃	44	14	1	15	〃	5.978	16.007	20.8

別表　第2表　施肥栽培に於ける生育及び収量調査

Appendix 2 Some characters during growing period and the yield under manuring cultivation.

試験区別	株齢	開花期	開花期				収穫期	反当収量		100花重
			草丈	茎数	分枝数	着花数		乾花	乾茎	
		月 日	cm	本	本	個	月 日	〆	〆	g
第1区	2年株	7. 1	44	5	0	5	7. 9	3.086	8.197	32.7
		〃	50	6	3	9	〃	2.700	6.094	32.7
		〃	44	5	0	5	〃	2.218	5.882	30.7
		〃	45	5	0	5	〃	1.833	3.857	30.0
	3年株	6.31	42	46	8	54	7. 9	18.127	38.085	24.4
		〃	39	41	5	46	〃	17.164	34.039	25.1
		〃	45	48	3	51	〃	18.899	40.017	24.5
		〃	41	40	6	46	〃	12.534	25.068	25.0
	4年株	6.27	50	38	2	40	7. 6	15.234	49.559	—
		6.25	47	33	0	33	〃	15.525	47.828	—
		6.26	50	27	2	29	〃	13.499	43.967	—
		6.27	48	36	3	39	〃	12.438	39.146	—
	5年株	7. 7	63	47	19	66	7.21	24.876	77.424	28.3
		〃	58	44	17	61	〃	21.889	72.128	28.2
		〃	60	50	18	68	〃	22.371	68.944	28.1
		〃	56	36	15	51	〃	17.645	57.074	28.2
	6年株	6.26	40	35	6	41	7. 6	10.993	31.436	20.1
		〃	38	32	6	38	〃	8.486	16.586	18.7
		〃	41	34	3	37	〃	8.679	20.828	21.2
		〃	39	23	3	26	〃	7.521	16.007	23.0
	7年株	7. 2	41	48	11	59	7.14	17.739	46.238	18.9
		〃	43	41	3	44	〃	11.764	28.350	22.3
		7. 3	41	44	3	47	〃	18.128	28.349	20.4
		7. 4	39	33	3	36	〃	10.800	26.035	22.7
	8年株	6.23	51	25	1	26	7. 5	9.968	8.681	23.2
		〃	47	22	2	24	〃	4.821	11.659	21.4
		〃	48	27	2	29	〃	5.400	15.428	19.6
		〃	45	25	2	27	〃	5.207	15.428	21.7
	9年株	7. 1	42	19	6	25	7.16	0.386	0.964	23.1
		〃	39	5	0	5	〃	0.578	1.543	23·9
第2区	2年株	6.31	43	19	0	19	7. 9	5.496	9.353	25.9
		〃	41	12	2	14	〃	4.532	7.907	25.6
		〃	42	16	1	17	〃	5.785	9.931	25 8
		〃	40	23	0	23	〃	6.846	13.018	24.7
	3年株	6.28	49	27	2	29	7. 6	12.632	38.861	—
		〃	51	26	9	35	〃	15.621	45.803	—
		〃	51	30	2	32	〃	12.149	37.896	—
		〃	50	29	4	33	〃	14.464	46.671	—

試験区別	株齢	開花期	開花期				収穫期	反当収量		100花重
			草丈	茎数	分枝数	着花数		乾花	乾茎	
		月 日	cm	本	本	個	月 日	貫	貫	匁
	4年株	7. 7	63	42	10	52	7.21	22.950	75.214	29.2
			62	49	20	69	〃	23.914	81.964	28.2
			59	40	18	58	〃	23.721	76.370	29.6
			64	51	14	75	〃	27.964	86.786	28.4
	5年株	6.26	45	44	13	57	7. 6	9.643	24.493	20.2
			41	33	8	41	〃	12.150	33.364	20.7
			43	35	8	43	〃	10.414	28.157	19.6
			44	33	13	46	〃	12.343	28.350	20.6
	6年株	7. 2	64	46	13	59	7.14	15.043	38.957	26.1
		7. 1	45	48	6	54	〃	18.600	47.250	22.7
		7. 2	42	39	2	41	〃	13.693	36.257	23.7
		6.30	42	50	12	62	〃	17.936	45.707	25.3
	7年株	6.23	52	29	3	32	7. 5	5.593	7.520	22.5
		〃	49	26	1	27	〃	6.750	11.764	21.4
		〃	51	24	1	25	〃	6.172	18.322	24.9
		〃	50	27	1	28	〃	6.943	15.236	25.5
	8年株	7. 1	41	9	3	12	7.16	2.507	8.872	22.9
		〃	40	11	1	12	〃	1.543	3.857	21.3
第3区	2年株	6.28	53	8	3	11	7. 6	1.446	3.953	—
		〃	46	8	0	8	〃	1.639	3.953	—
		〃	46	7	0	7	〃	1.447	3.182	—
		〃	48	8	1	9	〃	1.350	2.797	—
	3年株	7. 7	64	54	24	78	7.21	26.036	72.128	29.2
		〃	63	41	21	62	〃	23.140	61.900	30.5
		〃	62	35	24	59	〃	21.601	58.343	30.4
		〃	59	32	18	50	〃	18.900	52.553	32.3
	4年株	6.26	46	32	14	46	7. 6	17.742	44.162	19.7
		〃	45	30	16	46	〃	13.692	29.892	20.4
		〃	45	32	14	46	〃	13.307	32.399	21.2
		〃	44	23	18	41	〃	13.114	30.278	24.0
	5年株	7. 1	48	63	14	77	7.14	26.806	72.320	21.9
		〃	45	55	17	72	〃	21.021	32.013	25.0
		〃	49	51	15	66	〃	21.401	54.392	23.3
		〃	43	48	5	53	〃	15.814	40.886	23.8
	6年株	6.23	53	42	6	48	7. 5	11.764	24.685	23.4
		〃	53	32	5	37	〃	11.957	19.478	25.0
		〃	53	34	5	39	〃	10.608	25.267	24.2
		〃	48	28	2	30	〃	8.100	26.807	25.9
	7年株	7. 1	42	23	3	26	7.16	6.943	18.312	23.1
		〃	42	24	0	24	〃	6 944	20.060	23.3

試験区別	株齢	開花期	開花期				収穫期	反当収量		100花重
			草丈	茎数	分枝数	着花数		乾花	乾茎	
		月 日	cm	本	本	個	月 日	㌦	㌦	g
第4区	2年株	7.7	57	8	3	11	7.21	3.713	8.100	28.8
		〃	54	8	3	11	〃	3.857	8.678	31.5
		〃	52	6	1	7	〃	2.507	5.979	27.2
		〃	53	9	1	10	〃	4.339	10.800	34.3
	3年株	6.26	47	26	11	37	7.6	14.657	35.293	20.9
		〃	47	34	12	46	〃	19.600	39.343	20.0
		〃	47	40	11	51	〃	17.164	32.400	21.3
		〃	52	39	13	52	〃	21.600	41.272	20.6
	4年株	7.2	49	43	8	51	7.14	17.743	49.757	26.0
		6.30	49	48	9	57	〃	21.600	58.436	25.0
		7.2	48	39	13	52	〃	12.150	26.036	27.7
		6.30	54	55	11	66	〃	24.300	67.114	21.9
	5年株	6.23	53	29	3	32	7.5	12.536	34.136	24.4
		〃	54	38	4	42	〃	11.378	31.628	24.0
		〃	53	28	1	29	〃	10.414	24.107	25.7
		〃	52	32	3	35	〃	14.464	33.750	26.1
	6年株	7.1	40	22	3	25	7.16	4.243	12.922	23.1
		〃	43	20	2	24	〃	3.953	10.414	21.8
第5区	2年株	6.26	43	7	1	8	7.6	1.072	2.121	—
		〃	37	8	3	11	〃	1.350	2.893	—
		〃	38	9	1	10	〃	1.157	—	—
		〃	41	8	1	9	〃	0.771	1.543	—
	3年株	7.1	52	47	22	69	7.14	25.842	61.712	24.8
		〃	52	49	39	88	〃	26.999	60.555	22.6
		7.2	52	39	2	41	〃	27.839	45.671	24.2
		〃	52	36	16	52	〃	22.173	51.490	24.0
	4年株	6.23	55	34	8	42	7.5	14.849	23.142	25.9
		〃	57	42	8	50	〃	15.236	39.921	26.3
		〃	54	39	6	45	〃	13.113	31.817	25.5
		〃	52	34	7	41	〃	11.573	38.384	24.9
	5年株	6.30	47	31	5	36	7.16	12.921	35.485	19.5
		〃	46	35	4	39	〃	13.635	43.977	—

採草地の栽培的研究
II. 追肥がオーチヤードグラスの組成分に及ぼす影響

村上　馨[*]　佐野　洋[**]

CULTIVATION STUDIES ON MEADOWS
II. EFFECT OF TOP DRESSING ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF ORCHARDGRASS (*DACTYLIS GLOMERATA*)

By Kaoru MURAKAMI and Hiroshi SANO

I. 緒　　言

採草地に於ける牧草栽培上，飼料価大なる牧草をより多く生産することは最終の目的でなければならない。殊に，家畜は冬季間，粗飼料の大部分を牧草に依存する現状より見て，この問題が少しでも解決されるならば，農業経営上に稗益する所は決して少なくないと考えられる。本試験は，追肥が植物組成分に如何なる影響を与えるかを調査する目的を以て，特にオーチヤードグラスを選び従来北海道に於て融雪後の追肥肥料として使用されている硫酸アンモニアを用いて試験を行つた。

II. 試験方法

試験は1947年に開始され，爾後3ケ年間は予備試験として無肥料栽培をなし，1950年に施肥し本試験を施行した。

(イ) 処理　追肥日に就いては次の7処理区を設け，外に無肥料区を設けた。

4月7日区(A区)， 4月17日区(B区)， 4月27日区(C区)，5月7日区(D区)，5月17日区(E区)，5月27日区(F区)，6月6日区(G区)，無肥料区(H区)

(ロ) 試験区の配置　乱塊法，3反覆

(ハ) 一区面積　3.7m×3.5mとしたが，周縁効果除去の為収量調査面積は，2.8m×2.7mとした。

(ニ) 施肥　施肥量は無肥料区以外に反当硫酸アンモニア20kg，過燐酸石灰15kg，硫酸加里5kgの割合に施用したが，硫酸アンモニアは全施肥量の2/3は萠芽前(5月8日)，残余の1/3は前記処理の各時期に施用した。

(ホ) 播種　反当5kg，撒播

(ヘ) 収穫　6月13日(開花期)に収穫した。

(ト) 収量調査及び飼料分析　生草収量は圃場で収穫後直ちに秤量，乾物収量は生草収量×乾燥率として求めた。乾燥率は乾燥器中で100°Cで7時間乾燥して求めた。飼料成分は各区に就て分析を行つた。

III. 試験成績

(1) 生草収量

各処理区の生草収量を示せば第1表の通りであるが，第1表に就いて分散分析表を示せば第2表の通りで，各処理区間には有意差が認められる。即ち生草収量は，C区が最も多く早期追肥日であるA区より次第に増加し，C区を境として漸次減少の傾向がみられる。而してC区は他の何れの区よりも多収であり，H区は最も収量が劣つている。その関係を示せば次の如くである。

C区＞D区及びB区＞A区及びE区＞G区及びF区＞H区。但しD，B区間，A，E区間，及びG，C区間には夫々に統計的に収量差を認め得ない。

* 畜産部飼料作物研究室
** 元同研究室

第1表 処理別プロット当収量 (kg)

Table 1 Green yield in kg. per plot in various treatments.

ブロック＼処理	A区	B区	C区	D区	E区	F区	G区	H区	合計
I	18.950	18.195	19.510	19.840	17.500	15.850	15.340	7.420	132.605
II	19.005	18.995	22.255	20.030	19.290	16.770	17.765	8.705	142.815
III	18.425	20.170	24.565	18.320	19.295	16.595	17.279	8.305	142.954
合計	56.380	57.360	66.330	58.190	56.085	49.215	50.384	24.430	418.374
平均	18.793	19.120	22.110	19.400	18.695	16.405	16.795	8.143	—

(註) 差の有意性は1%水準で 3.343 kg, 5%水準で 2.409 kg

第2表 分散分析表

Table 2 Analysis of variance.

要因	D. F.	S. S.	M. S.	F
全体	23	382.8607	—	—
ブロック	2	7.007	3.5004	1.85
処理	7	359.3447	51.3350	2.71**
誤差	14	26.5151	1.8939	—

(2) 乾物收量

各処理区の乾物収量は第3表，その分散分析表は第4表に示す通りで，各処理区間には有意差が認められる。即ち，乾物収量はC区及びD区が最も多収で他の何れの区よりも大であり，H区が最も少ない。但しC及びD両区間には，統計的に収量差を認め得ない。而して生草収量同様早期追肥日であるA区より次第に収量増加し，C区を境として漸次減少の傾向を示している。

第3表 処理別プロット当乾物収量 (kg)

Table 3 Oven-dry yield in kg. per plot in various treatments.

ブロック＼処理	A区	B区	C区	D区	E区	F区	G区	H区	合計
I	5.024	5.313	5.246	5.412	3.875	4.434	4.371	1.986	35.661
II	5.237	5.140	6.095	5.610	5.239	4.698	5.117	2.228	39.364
III	5.029	5.113	6.388	5.624	5.604	4.514	4.816	2.342	39.430
合計	15.290	15.566	17.729	16.646	14.718	13.646	14.304	6.556	114.455
平均	5.097	5.189	5.910	5.549	4.906	4.549	4.768	2.185	—

(註) 差の有意性は1%水準で 0.991 kg, 5%水準で 0.714 kg

第4表 分散分析表

Table 4 Analysis of variance.

要因	D. F.	S. S.	M. S.	F
全体	23	29.6170	—	—
ブロック	2	1.1515	0.5758	3.47
処理	7	26.1387	3.7338	22.47**
誤差	14	2.3268	0.1662	—

(3) 飼料成分

(1)、粗蛋白質

(a) 粗蛋白質含有率：各処理区の無水物中の粗蛋白質含有率は第5表の通りであるが，第5表に就いての分散分析表を示せば第6表の通りである。即ち各処理区間には有意差が認められ，その含量はE区が最高で平均9.46%を示している。ここに5月17日は収穫前27日目に相当している。

第5表　無水物中の粗蛋白質含有率 (%)

Table 5 Crude protein percentage on oven-dry basis.

ブロック＼処理	A 区	B 区	C 区	D 区	E 区	F 区	G 区	H 区	合 計
I	7.84	7.64	7.85	7.91	9.92	7.81	7.84	7.74	64.35
II	7.52	7.24	7.89	8.08	9.32	8.41	7.86	7.76	64.08
III	7.00	7.65	8.12	8.32	9.14	8.22	7.76	7.96	64.17
合 計	22.36	22.53	23.86	24.31	28.38	24.44	23.26	23.46	192.60
平 均	7.45	7.51	7.95	8.10	9.46	8.14	7.75	7.82	—

（註）差の有意性は1%水準で0.70%，5%水準で0.51%

第6表　分散分析表

Table 6 Analysis of variance.

要 因	D. F.	S. S.	M. S.	F
全 体	23	9.5512	—	—
ブロック	2	0.0047	0.0024	0.03
処 理	7	8.3790	1.1970	14.30**
誤 差	14	1.1675	0.0839	—

(b) 粗蛋白質収量：各処理区の粗蛋白質収量を乾物収量から換算すれば第7表の通りであるが第7表に就いての分散分析表を示せば第8表の如くである。第8表によれば各処理区間には有意差が認められ，その最高収量はC，D及びE区となつている。但しこれら3区間には統計的に収量差が認められない。又H区は最小収量を示している。

第7表　プロット当粗蛋白質収量 (kg)

Table 7 Crude protein yield in kg. per plot in various treatments.

ブロック＼処理	A 区	B 区	C 区	D 区	E 区	F 区	G 区	H 区	合 計
I	0.378	0.406	0.412	0.437	0.354	0.373	0.344	0.154	2.858
II	0.367	0.372	0.495	0.467	0.520	0.367	0.397	0.173	3.158
III	0.394	0.391	0.504	0.445	0.522	0.371	0.368	0.186	3.181
合 計	1.139	1.169	1.411	1.349	1.396	1.111	1.109	0.513	9.197
平 均	0.380	0.390	0.470	0.450	0.465	0.370	0.370	0.171	—

（註）差の有意性は1%水準で 0.091 kg，5%水準で 0.065 kg

第8表　分散分析表

Table 8 Analyis of variance.

要 因	D. F.	S. S.	M. S.	F
全 体	23	0.2263	—	—
ブロック	2	0.0080	0.0040	2.86
処 理	7	0.1996	0.0285	20.36**
誤 差	14	0.0190	0.0014	—

(2) 粗 脂 肪

各処理区の無水物中の粗脂肪含有率は第9表の通りであるが，第9表に就いての分散分析表を示せば第10表の如くである。第10表によれば各処理区間には有意差が認められない。従つて，粗脂肪含量には追肥の早晩が影響を与えていない。

第9表　無水物中の粗脂肪含有率（%）
Table 9 Crude fat percentage on oven-dry basis.

ブロック＼処理	A 区	B 区	C 区	D 区	E 区	F 区	G 区	H 区	合 計
Ⅰ	3.36	3.87	3.79	3.34	3.38	3.80	4.18	4.01	29.23
Ⅱ	3.30	3.76	2.95	3.38	3.95	4.71	3.77	4.19	30.01
Ⅲ	3.15	3.27	3.87	3.26	3.89	2.97	3.05	3.31	26.77
合 計	9.81	10.90	10.61	9.98	11.22	11.48	11.00	11.51	86.51
平 均	3.67	3.63	3.54	3.33	3.74	3.83	3.67	3.84	—

第10表　分散分析表
Table 10 Analysis of variance.

要 因	D. F.	S. S.	M. S.	F
全 体	23	4.5122	—	—
ブロック	2	0.8067	0.4034	2.06
処 理	7	0.9600	0.1371	—
誤 差	14	2.7455	0.1961	—

(3) 粗 繊 維

各処理区の無水物中の粗繊維含有率は第11表の通りであるが，第11表に就いての分散分析表を示せば第12表の如くである。第12表によれば各処理区間には有意差が認められない。従つて，粗脂肪同様追肥の早晩が，粗繊維含量に影響を与えていない。

第11表　無水物中の粗繊維含有率（%）
Table 11 Crude fibre percentage on oven-dry basis.

ブロック＼処理	A 区	B 区	C 区	D 区	E 区	F 区	G 区	H 区	合 計
Ⅰ	31.66	31.66	32.93	30.17	30.35	31.35	33.22	33.39	253.73
Ⅱ	33.55	31.53	33.48	32.61	34.35	33.88	31.18	30.95	261.53
Ⅲ	31.87	31.30	31.68	31.86	32.38	30.52	32.46	30.38	252.45
合 計	97.08	94.49	98.09	94.64	97.08	95.75	96.86	93.72	767.71
平 均	32.36	31.50	32.70	31.55	32.36	31.92	32.29	31.24	—

第12表　分散分析表
Table 12 Analysis of variance.

要 因	D. F.	S. S.	M. S.	F
全 体	23	63.9311	—	—
ブロック	2	6.0385	3.0193	0.81
処 理	7	5.6069	0.8009	0.21
誤 差	14	52.2857	3.7347	—

(4) 灰　　分

各処理区の無水物中の灰分含有率は第13表の通りであるが，第13表に就いての分散分析表を示せば第14表の如くである。第14表によれば，各処理区間には有意差が認められない。従つて，粗脂肪，粗繊維同様追肥の早晩が灰分含量に影響を与えていない。

第13表 無水物中の灰分含有率 (%)
Table 13 Ash percentage on oven-dry basis.

処理 ブロック	A 区	B 区	C 区	D 区	E 区	F 区	G 区	H 区	合 計
I	7.51	9.21	8.13	7.58	8.38	7.85	7.81	6.78	63.25
II	7.75	7.50	2.80	8.02	7.72	8.06	7.97	9.79	64.61
III	8.16	8.46	7.85	7.74	8.48	7.98	8.51	9.64	66.82
合 計	23.42	25.17	23.78	23.34	24.58	23.89	24.29	26.21	194.68
平 均	7.81	8.39	7.93	7.78	8.19	7.96	8.10	8.73	—

第14表 分散分析表
Table 14 Analysis of variance.

要 因	D. F.	S. S.	M. S.
全 体	23	10.42	—
ブロック	2	0.81	0.41
処 理	7	2.20	0.31
誤 差	14	7.41	0.53

IV. 考 察

本試験によれば，生草収量に於てはC区が最高であるが，乾物収量ではC及びD両区が最高を示している。但しこの両処理区間には統計的に収量差が認められない。粗蛋白質収量はC，D及びE区が最高であるが，これら3区間には有意差が認められない。一般に生草，乾物及び粗蛋白質収量は，早期追肥日であるA区より次第に増収となりC区を境として追肥日の遅延と共に減少する傾向がみられる。従つて，オーチヤードグラス採草地で飼料価に富む乾草の最高収量を期待し得る追肥適期は，本試験では4月27日前後と思われる。又粗蛋白質含有率は，E区が最高9.46%を示しているが，本追肥日は収穫日（開花期）である6月13日にさかのぼること27日目に相当する。然しE区の最高含量も，粗蛋白質収量ではC区との間に統計的に収量差を存在せしめていない。而して，E区の出穂始は5月18日であるから，出穂始に於ける硫安追肥は明らかに粗蛋白質含量を増加せしめている。これは栄養生長の衰えつゝある時期に施用された窒素質肥料により合成される窒素の移行が莖葉中に増加のまゝで，他への移行が停止していることによるものと考えられる。Sprague and Hawkins (1938) は，チモシーで，出穂期に施用された窒素質肥料は10日（開花始～期）乃至20日（開花終～乳熟期）後に於て粗蛋白質含量を増加し，エーカー当粗蛋白質収量を増加せしめることを認めた。本試験では，E区はC区と共に最高粗蛋白質収量を示し，この間に統計的に収量差を認めなかつたが，E区は明かに生育が劣つていた。これは3ケ年間の無肥料栽培による地力の消耗及び栄養生長を遂げる為の施肥時期とに関聯する問題と思われる。然し実際の採草地に於ては，肥料分の残効が或程度存在する場合が考えられるから5月17日（出穂始）前後の硫酸アンモニア追肥により粗蛋白質収量の最大を期待することは決して不可能とは考えられない。尚粗脂肪，粗繊維及び灰分含量には追肥の早晩が影響を与えていない。

V. 摘 要

オーチヤードグラス採草地の硫酸アンモニア追肥が，植物成分に如何なる影響を与えるかについて，1947年から1950年に亘つて調査を行つた。追肥日については次の7処理区を設けたが，その結果を要約すれば以下の通りである。

4月7日区（A区），4月17日区（B区），4月27日区（C区），5月7日（D区），5月17日区（E区），5月27日区（F区），6月6日（G区），無肥料区（H区），

1. 生草収量は4月27日区（A区）が最高で，無肥料区（H区）が最小である。

2. 乾物収量は4月27日区（A区）及び5月7日区（D区）が最高で，無肥料区（H区）が最小である。但し4月27日区及び5月7日区間には統計的に収量差を認め得ない。

3. 粗蛋白質収量は4月27日区（F区），5月7日区（D区）及び5月17日区（E区）が最高である。但

しこれら3処理区間には統計的に収量差を認め得ない。

4. 粗蛋白質含有率は，5月17日区（E区）が最高で，出穂始の追肥はその含量を最大ならしめた。

5. 粗脂肪，粗繊維，灰分含有率は，夫々各処理区間に有意差が認められなかつた。

VI. 参考文献

1. Sprague, H. B. and Hawkins, A. (1933): Increasing the protein content of timothy without scarifing yield, by delayed application of nitrogenous fertilizers. N. J. Agr. Exp. Sta. Bul. 614.

Résumé

A study of top dressing of ammonium sulphate on the chemical composition of orchardgrass was made at the Hokkaido Agricultural Experiment Station, during period 1947 to 1950.

The dates treatment of top dressings selected were:

Plot A, April 7. Plot E, May 17.
〃 B, April 17. 〃 F, May 27.
〃 C, April 27. 〃 G, June 6.
〃 D, May 7. 〃 H, No fertilizer.

The results are summarized as follows;

1. Plot C produced highest green yield of all plots, and Plot H lowest.

2. Plots C and F produced highest oven-dry yields of all plots and Plot H lowest. But, there was no significant difference in yield between Plots C and F.

3. The crude protein percentage of Plot E was highest of all plots, and this fact indicated that the top dressing of ammonium sulphate at the beginning of ear emergence increased the nitrogen content of orchardgrass.

4. Plots C, D and E produced highest crude protein yields of all plots. In this case, there were no significant differences in yield between Plots C, D and E.

5. There were no significant differences in crude fat, crude fibre and ash percentages between the respective plots.

雑草の肥料吸收性について

山　田　岩　男*

STUDIES ON THE FEEDING POWER OF WEEDS

By Iwao YAMADA

作物栽培の基本的な問題として雑草の共存は作物の収量の低下を来たすのみでなく，[1,4,5,23,25,30] 品質の悪化を来たし，農業経営上から見ると除草労力の増大となり，生産費の高騰を来たす結果となる。この除草労力の農作業中の比率は極めて大きく，[18,19,20,21,22] 日本農業は一に除草農業とまで言われている所以であつて，その労力の輕減を図ることは労働生産性を高める上に極めて重要な課題である。

而して雑草の研究は専ら除草の問題に集中され1)機械的方法，[6,10] 2)生物的方法[12,15,17,24] 及び 3)化学薬剤による方法[14,16,29] 等があり，近年2,4－D[31] 或は I. P. C.[2,11,13] 等の植物ホルモンの登場となつたが，除草問題の解決には雑草の生理的或は生態的特性を充分に把握することが最も必要であると考える。雑草と作物との共存において作物のうける逓減的影響の主な原因は，肥料成分，土壤水分及び日照に対する相互の競争が大きいと考えるが，特に肥料成分の吸収性については，作物と雑草との間にかなり特異性があると思われるが，従来これ等についての試験研究がなかつたので，昭和20年以降北海道の主な畑地雑草について肥料三要素試験を行い，その吸収性について調査を行つたのでその結果を報告する。

I　實驗方法

5万分の1のワグネル植木鉢を供試し，北海道農業試験場琴似本場の圃場土壤1.5g（風乾土）を充塡した。供試雑草は次の13種で，対照作物として燕麦（品種「ビクトリー1号」）を用い2区制で行つた。雑草名及び試験年次を一覧にして示すと第1表の通りである。

第1表　供試雑草及び試験年次

Table 1 Name of weeds and year of experiment.

種類名	科名	学名	昭和20	昭和22	昭和23	昭和24
燕麦	禾本科	*Avena sativa* L.	○	○	○	○
ノビエ	〃	*Panicum Crus Galli* L. var. *typica* HONDA	○			
エノコログサ	〃	*Setaria viridis* var. *genuina* HONDA	○			
ツユクサ	ツユクサ科	*Commelina communis* L.		○	○	
ハコベ	ナデシコ科	*Stellaria media* CYR.	○			
オオツメクサ	〃	*Spergula arvensis* L.	○		○	
スベリヒユ	スベリヒユ科	*Portulaca oleracea* L.		○	○	
アオビユ	ヒユ科	*Amaranthus retroflexus* L.	○			
アカザ	アカザ科	*Chenopodium album* L. var. *centrorubrum* MAKINO		○	○	
イヌタデ	タデ科	*Persicaria Blumei* GROSS		○	○	
サナエタデ	〃	*P. lapatifolia* S. F. GRAY		○	○	
ソバタデ	〃	*P. nepalensis* MIYABE			○	
ヤナギタデ	〃	*P. Hydropiper* SPACH var. *vulgaris* OHKI				○
ギシギシ	〃	*Rumex obutusifolius* L. subsp. *agresti* DANS				○

* 作物部普通作物第3研究室

1鉢当りの本数は3本とし，施肥量は第2表の通りとし，N, P_2O_5, K_2O を夫々硫酸アンモニア，過燐酸石灰，硫酸加里で施した。灌水は土壤の容

第2表 1鉢当要素量（g）

Table 2 Amount of fertilizer-element used (grs.)

試験区別	N	P_2O_5	K_2O
O	—	—	—
PK	—	0.4	0.4
NK	0.4	—	0.4
NP	0.4	0.4	—
NPK	0.4	0.4	0.4

水量の約60%となるように毎日失われた水分を補給したが，ヤナギタデは多少灌水量を多くした。発芽後30日目頃から，1週間毎に草丈を調査し，開花期に収穫して，新鮮物重及び風乾物重を秤量し，地下部は水洗して土砂を去り，風乾後重量を秤量し，更に収穫物については地上部，地下部に分けて，水分，窒素，燐酸，加里及び粗灰分を測定した。

II 實驗結果

（1） **昭和20年の結果** ノビエ，エノコログサ（6月7日播種）を除く外は5月15日に播種したが，ツユクサは発芽不良であつたので試験を中止した。その他のものは孰れも発芽は良好であつた。

燕麦及び各雑草の草丈の伸長を調査した結果は第3表の通りである。即ち草丈の伸長は無肥料及び無窒素は著しく劣つているが，無燐酸の草丈は概して高く，特に生育後期に於いて，オオツメクサツメクサ，ノビエ，エノコログサ及び燕麦は高く無加里と3要素とはほぼ相匹敵している。ハコベアオビユでは初期の生育は3要素は無肥料と大差なく，一般に窒素を施用したものは劣つているがこれは窒素施用によつて土壤溶液が高まるためで

第3表 出穗，開花始，收穫期及び草丈の推移（昭和20年）

Table 3 Heading, bluming and harvesting time of weeds and their plant height at different stage of growth (1945).

試験区別 種類名	処理	出穗又は開花始	收穫期	草丈 (cm) 6.13	6.20	6.28	7. 4	7.11	7.18	7.25	8. 2	8.10	8.17
燕麦	O	月 日 7.14	月 日 7.27	23.5	27.5	29.4	35.4	47.6	57.7	69.8	—	—	—
	PK	〃	〃	28.2	33.3	34.0	39.1	50.6	70.9	76.0	—	—	—
	NK	7.11	〃	32.5	41.4	45.1	48.3	73.3	80.7	97.3	—	—	—
	NP	〃	〃	37.8	45.4	46.0	49.6	74.1	82.2	98.3	—	—	—
	NPK	〃	〃	38.3	43.7	44.8	46.0	68.4	76.2	93.5	—	—	—
ハコベ	O	6.24	7.12	6.7	9.0	13.2	18.2	26.8	—	—	—	—	—
	PK	6.26	〃	6.9	10.3	13.6	16.2	24.1	—	—	—	—	—
	NK	〃	〃	5.1	8.7	15.5	19.4	27.3	—	—	—	—	—
	NP	〃	〃	6.5	9.9	17.5	22.8	32.5	—	—	—	—	—
	NPK	6.25	〃	6.2	10.7	19.2	24.5	32.5	—	—	—	—	—
アオビユ	O	7.29	8. 3	4.7	6.7	11.3	10.7	13.6	14.2	16.5	20.4	—	—
	PK	〃	〃	5.2	7.3	10.1	11.4	14.0	15.1	17.0	19.7	—	—
	NK	7.15	〃	4.3	7.5	15.9	20.2	26.7	28.7	34.4	43.4	—	—
	NP	〃	〃	5.7	10.4	18.8	21.7	30.1	33.0	40.4	51.5	—	—
	NPK	〃	〃	4.2	7.3	16.6	19.3	28.4	32.2	45.0	47.9	—	—
オオツメクサ	O	6.28	7.12	9.9	13.7	28.4	33.7	41.4	—	—	—	—	—
	PK	〃	〃	10.1	14.7	30.0	38.3	46.4	—	—	—	—	—
	NK	〃	〃	11.6	17.5	29.5	37.5	49.7	—	—	—	—	—
	NP	6.27	〃	12.9	19.0	33.0	40.9	48.3	—	—	—	—	—
	NPK	6.26	〃	12.7	18.4	30.7	38.8	47.4	—	—	—	—	—

試験区別 種類名	処理	出穂又は開花始	収穫期	草丈 (cm) 6.13	6.20	6.28	7.[illegible]	7.11	7.18	7.25	8.2	8.10	8.17
		月 日	月 日										
ノビエ	O	8.14	8.18	—	—	—	19.0	35.6	48.3	52.9	54.3	59.8	59.8
	PK	8.12	〃	—	—	—	21.7	38.5	48.8	51.7	52.7	58.3	62.7
	NK	8.16	〃	—	—	—	20.2	45.0	62.3	70.1	75.0	86.7	94.4
	NP	8.13	〃	—	—	—	25.8	51.4	68.2	73.9	77.2	81.4	86.4
	NPK	〃	〃	—	—	—	26.7	52.8	70.1	73.7	78.6	82.9	86.3
エノコログサ	O	8. 6	8.14	—	—	—	14.3	32.6	47.0	56.2	65.0	77.5	83.1*
	PK	8. 3	〃	—	—	—	15.5	34.4	44.8	51.0	56.4	68.9	73.5*
	NK	8. 1	〃	—	—	—	15.0	28.1	40.7	53.3	75.0	97.2	99.9*
	NP	8. 4	〃	—	—	—	15.8	33.1	50.9	63.4	67.5	84.2	88.0*
	NPK	8. 5	〃	—	—	—	19.0	38.8	57.5	61.8	77.7	79.8	90.0*

備考 * 8.14.

あつて雑草類は窒素の肥効が大きいのに拘らず稚苗時代にその施用によつて生育の抑制されるのは，滲透圧が低いためではないかと推察される

収穫物の調査によると，燕麦及び各雑草共窒素に対する肥効が極めて大きいが，アオビユ，ノビエ，エノコログサ等では特にその程度が大きい。燐酸ではエノコログサではかなり大きく，他の雑草でも肥効は見られるが，概して少なく，加里ではエノコログサで肥効がみられる外は，他の雑草では殆んど肥効をあらわさず，燕麦では却つて3要素にまさる結果を示している 然し地下部に対する肥料成分欠除の影響は，その肥効の順には差がないが，その程度は地上部に於ける場合よりも大きくはない。即ち肥料成分欠除の影響は地上部に於ける程著しくあらわれていない。地上部/地下部をみると，無加里，3要素は低く，無肥料無窒素が高く，地上部と地下部に対する肥料成分缺除の影響が異つていることが分る。

1鉢当の生産量はノビエ，エノコログサが大きく，アオビユがこれにつぎ，孰れも燕麦より大き

第4表 1鉢当生草重量，乾物地上部及び地下部重量及び地上部に対する地下部の割合 (昭和20年)

Table 4 Fresh weight of top, dry weight of top and root per pot and its ratio of top to root (1945).

試験区別 種類名	処理	生草重量	乾物重量 地上部	地下部	地下部/地上部	収量割合 地上部	地下部
		g	g	g			
燕麦	O	22.52	5.94	1.44	0.24	32	34
	PK	24.49	6.43	1.68	0.26	35	40
	NK	60.61	17.83	3.82	0.21	96	90
	NP	72.77	19.67	5.12	0.25	104	122
	NPK	55.88	18.84	4.24	0.23	100	100
ハコベ	O	29.36	4.00	1.07	0.27	33	65
	PK	24.92	3.16	0.91	0.29	26	55
	NK	97.31	10.10	1.70	0.17	82	105
	NP	128.48	11.44	1.37	0.12	93	84
	NPK	129.33	12.41	1.61	0.13	100	100
アオビユ	O	14.05	3.38	1.51	0.45	14	29
	PK	13.17	3.47	1.14	0.33	15	21
	NK	81.29	19.33	4.97	0.26	84	92
	NP	97.00	22.28	5.49	0.25	97	101
	NPK	84.55	22.87	5.39	0.19	100	100

試験区別 種類名	処理	生草重量	乾物重量 地上部	乾物重量 地下部	地下部/地上部	収量割合 地上部	収量割合 地下部
		g	g	g			
オオツメクサ	O	19.93	3.48	0.66	0.19	38	63
	PK	20.73	3.63	0.74	0.20	40	70
	NK	42.37	7.94	0.74	0.09	84	71
	NP	64.86	9.63	0.99	0.10	102	93
	NPK	59.90	9.45	1.03	0.11	100	100
ノビエ	O	43.00	7.95	2.65	0.35	23	40
	PK	40.00	6.45	2.89	0.45	19	43
	NK	141.50	25.30	6.84	0.27	77	101
	NP	161.00	32.25	7.87	0.24	99	113
	NPK	165.00	33.28	6.92	0.21	100	100
エノコログサ	O	25.98	7.22	1,48	0.21	22	39
	PK	24.71	6.63	1.51	0.23	20	39
	NK	70.83	17.85	3.73	0.21	53	95
	NP	103.87	27.47	3.54	0.13	83	91
	NPK	107.15	32.49	3.87	0.12	100	100

いが,ハコベ,オオツメクサは少い。これら2種は多汁性であつて乾物割合は極めて少ない(第4表)。

肥料成分含有率は無窒素が最も少なく，無肥料がこれにつぎ，3要素が最も多い傾向を示すが，然し個々の場合について見ると，必ずしもそうでない（第5表)。例えばアオビユの燐酸，加里は無要素が最も多く，3要素，無肥料の順で，オオツメクサの地上部の窒素及び加里並びに地下部の加里では無肥料が多く，3要素，無要素の順である等異例もみられるが，このように肥料成分含有率が一般的な原則と異なることのあるのは何に原因するかは，かなり複雑な問題であろう。土壌の肥

第5表 地上部及び地下部の素窒，燐酸，加里，粗灰分含有率（乾物中）(昭和20年)

Table 5 Ratio of nitrogen, phosphorous, potassium and ash in the dry matter for top and root (1945).

試験区別 種類名	処理	地上部(%) 窒素	地上部(%) 燐酸	地上部(%) 加里	地上部(%) 粗灰分	地下部(%) 窒素	地下部(%) 燐酸	地下部(%) 加里	地下部(%) 粗灰分
燕麦	O	0.7312	0.5067	1.8353	7.2415	0.8156	0.4278	1.6601	10.7689
	PK	1.2183	—	—	—	0.8224	—	—	—
	NK	—	0.4515	—	10.3985	—	0.2476	—	9.7270
	NP	—	—	1.6070	7.8703	—	—	2.0258	7.2794
	NPK	1.3567	0.6024	3.2184	10.2607	1.1400	0.4566	2.9322	12.9619
ハコベ	O	1.3380	0.7098	1.5703	15.1095	1.1825	0.6845	1.4314	14.4221
	PK	1.1975	—	—	—	1.0916	—	—	—
	NK	—	0.6387	—	15.1984	—	0.5949	—	19.5339
	NP	—	—	1.4441	17.6443	—	—	1.5002	14.0986
	NPK	2.2718	0.7759	2.0219	18.3843	1.5560	0.7439	1.9059	14.6788
アオビユ	O	1.2919	0.3008	3.3692	12.6569	1.2303	0.2646	0.9478	11.0244
	PK	1.1732	—	—	—	1.1675	—	—	—
	NK	—	0.5035	—	13.7121	—	0.4639	—	13.3371
	NP	—	—	4.0635	13.2376	—	—	1.2135	14.6672
	NPK	1.8985	0.4716	3.6029	15.7967	1.7136	0.3908	1.8302	16.1566

試験区別 種類名	処理	地上部(%) 窒素	燐酸	加里	粗灰分	地下部(%) 窒素	燐酸	加里	粗灰分
オオツメクサ	O	1.2430	0.4482	4.9142	16.2599	1.2306	0.5016	3.6225	11.0048
	PK	1.1087	—	—	—	1.1701	—	—	—
	NK	—	0.5868	—	13.1321	—	0.3737	—	10.2950
	NP	—	—	3.2660	13.1182	—	—	2.2253	8.7717
	NPK	1.2391	0.6230	4.2367	13.2650	1.7488	0.6240	3.2362	9.5663
ノビエ	O	0.8199	0.6184	2.5900	11.7693	0.5738	0.2780	1.0974	8.6396
	PK	0.7286	—	—	—	0.5697	—	—	—
	NK	—	0.3217	—	10.8547	—	0.1583	—	8.3840
	NP	—	—	3.4581	9.5344	—	—	1.2819	9.1016
	NPK	0.9678	0.4610	4.0615	9.5665	0.4860	0.1745	1.6119	9.1036
エノコログサ	O	0.8527	0.2680	3.0360	10.7863	0.9324	0.2055	2.3310	6.1891
	PK	0.7124	—	—	—	0.9252	—	—	—
	NK	—	0.3262	—	10.0650	—	0.1894	—	6.3378
	NP	—	—	2.7952	9.2064	—	—	1.8054	7.6872
	NPK	1.0518	0.3235	3.5451	9.6638	1.0129	0.2354	2.6354	7.7371

料成分含量と作物に含まれている含量とは或る程度の関係は認められるが，必ずしも平行しない場合もありうる[3, 7, 8, 9]。

1鉢当の肥料成分の吸収量では窒素は孰れも燕麦より少なく，特にハコベ，オオツメクサは少ない。燐酸はアオビユが燕麦よりも多く，他の雑草は孰れも少ない。特にオオツメクサは少ない。加里はノビエ，アオビユ，エノコログサが多いが，ハコベは特に少ない。即ち窒素についてみると，雑草の吸収性は少ないが，アオビユは燐酸及び加里の吸収性が高く，禾本科に属するノビエ，エノコログサは加里の吸収性のまさつていることが認

第6表 地上部及び地下部の窒素，燐酸，加里含有量及び比率 (昭和20年)

Table 6 Content of nitrogen, phosphorous and potassium for top and root and their ratio (1945).

試験区別 種類名	処理	地上部(%) 窒素	燐酸	加里	地下部(%) 窒素	燐酸	加里	合計(%) 窒素	燐酸	加里	地上部の含有量の割合 窒素	燐酸	加里
燕麦	O	0.0434	0.0301	0.1090	0.0117	0.0062	0.0239	0.0551	0.0363	0.1329	79	83	82
	PK	0.0783	—	—	0.0138	—	—	0.0921	—	—	80	—	—
	NK	—	0.0805	—	—	0.0095	—	—	0.0900	—	—	89	—
	NP	—	—	0.3161	—	—	0.1037	—	—	0.4198	—	—	75
	NPK	0.2556	0.1135	0.6063	0.0483	0.0194	0.1243	0.3040	0.1329	0.7307	84	85	83
ハコベ	O	0.0535	0.0284	0.0628	0.0126	0.0073	0.0153	0.0661	0.0357	0.0781	81	80	80
	PK	0.0378	—	—	0.099	—	—	0.0477	—	—	79	—	—
	NK	—	0.0645	—	—	0.0152	—	—	0.0797	—	—	81	—
	NP	—	—	0.1652	—	—	0.0206	—	—	0.1858	—	—	89
	NPK	0.2819	0.0963	0.2509	0.0251	0.0120	0.0307	0.3069	0.1083	0.2816	92	89	89
アオビユ	O	0.0437	0.0102	0.1139	0.0186	0.0040	0.0143	0.0623	0.0142	0.1282	70	72	89
	PK	0.0407	—	—	0.0133	—	—	0.0540	—	—	75	—	—
	NK	—	0.0973	—	—	0.0231	—	—	0.1204	—	—	81	—
	NP	—	—	0.9053	—	—	0.0666	—	—	0.9719	—	—	93
	NPK	0.4342	0.1079	0,8240	0.0923	0.0211	0.0986	0.5264	0.1289	0.9223	82	84	89

試験区別 種類名	処理	地上部(%) 窒素	燐酸	加里	地下部(%) 窒素	燐酸	加里	合計(%) 窒素	燐酸	加里	地上部の含有量の割合 窒素	燐酸	加里
オオツメクサ	O	0.0433	0.0156	0.1710	0.0081	0.0033	0.0239	0.0514	0.0189	0.1949	84	82	88
	PK	0.0402	—	—	0.0087	—	—	0.0489	—	—	82	—	—
	NK	—	0.0466	—	—	0.0028	—	—	0.0489	—	—	94	—
	NP	—	—	0.3145	—	—	0.0220	—	—	0.3365	—	—	93
	NPK	0.1171	0.0589	0.4004	0.0180	0.0064	0.0333	0.1351	0.0653	0.4337	87	90	92
ノビエ	O	0.0622	0.0469	0.1966	0.0152	0.0074	0.0291	0.0774	0.0543	0.2257	80	86	87
	PK	0.0470	—	—	0.0165	—	—	0.0635	—	—	74	—	—
	NK	—	0.0814	—	—	0.0108	—	—	0.0922	—	—	88	—
	NP	—	—	1.1154	—	—	0.1009	—	—	1.2163	—	—	92
	NPK	0,3221	0.1534	1.3517	0.0336	0.0121	0.1115	0.3457	0.1655	1.4632	93	93	92
エノコログサ	O	0.0616	0.0193	0.2192	0.0138	0.0030	0.0345	0.0754	0.0223	0.2537	82	87	86
	PK	0.0472	—	—	0.0140	—	—	0.0612	—	—	77	—	—
	NK	—	0.0582	—	—	0.0071	—	—	0.0653	—	—	89	—
	NP	—	—	0.7678	—	—	0.0639	—	—	0.8317	—	—	92
	NPK	0.3417	0.1051	1.1518	0.0392	0,0091	0.1020	0.3809	0.1142	1.2518	90	92	92

められる（第6表）。

（2） **昭和22年の結果**　5月22日播種したが，イヌタデは極めて発芽不良であつたので，6月10日燕麦圃場に自生した幼植物を移植した。その他の雑草は孰れも発芽の状況は良好であつた。

雑草の生育状況をみると，無肥料及び無窒素は劣るが，その他の3区では差が少なく，特にアカザ，イヌタデ，サナエタデでは差がない。（第7表）生育の初期に3要素が却つて伸長の劣るのは，前年と同様の理由によるものである。

第7表　出穂，開花始，収穫期及び草丈の推移　（昭和22年）

Table 7 Heading, bluming and harvesting time of weeds and their plant height at different stage of growth (1947).

試験区別 種類名	処理	出穂又は開花始	収穫期	草丈(cm) 6.21	6.28	7.5	7.12	7.19	7.26	8.2	8.9	8.16
		月 日	月 日									
燕麦	O	7.3	7.24	29.5	35.7	48.0	58.6	68.5	74.9	—	—	—
	PK	〃	〃	30.8	45.0	52.5	64.9	75.5	84.1	—	—	—
	NK	〃	〃	36.8	46.7	59.6	71.4	84.5	91.7	—	—	—
	NP	〃	〃	46.0	52.2	57.8	75.5	91.9	97.1	—	—	—
	NPK	〃	〃	43.0	48.7	56.9	71.1	90.1	97.5	—	—	—
アカザ	O	7.30	8.16	3.6	7.2	7.0	8.2	10.5	11.8	16.2	18.5	22.5
	PK	〃	〃	6.1	10.6	11.6	15.4	19.7	22.8	27.8	30.6	36.0
	NK	〃	〃	7.2	12.4	16.6	24.8	41.4	58.6	82.5	96.5	111.2
	NP	〃	〃	8.9	14.8	19.9	32.4	45.5	57.7	75.7	88.3	102.7
	NPK	〃	〃	8.8	15.5	21.6	31.7	48.6	65.9	81.9	94.6	107.3
イヌタデ	O	7.2	8.2	3.2	5.4	11.6	18.2	26.7	28.8	32.9	—	—
	PK	〃	〃	3.7	5.3	13.8	20.2	26.4	35.3	34.9	—	—
	NK	〃	〃	3.6	5.0	12.8	19.2	28.9	36.2	49.6	—	—
	NP	〃	〃	3.4	4.9	12.4	20.1	27.9	41.4	47.3	—	—
	NPK	〃	〃	3.0	5.1	16.1	21.6	34.3	40.2	48.1	—	—

試験区別 種類	各処理	出穗又は開花始 月 日	収穫期 月 日	草丈 (cm) 6.21	6.28	7.5	7.12	7.19	7.26	8.2	8.9	8.16
サナエタデ	O		8.16	5.3	10.6	13.7	19.6	25.8	33.2	39.4	44.0	46.7
	PK		〃	4.8	10.3	13.4	19.3	25.0	31.2	39.8	44.1	47.0
	NK		〃	6.1	13.8	15.7	23.6	31.6	38.4	45.4	50.3	53.7
	NP		〃	5.5	10.3	13.4	24.8	33.3	39.4	47.3	52.8	52.5
	NPK		〃	5.4	9.8	15.0	22.7	30.8	38.3	45.3	50.2	52.0
スベリヒユ	O	7.13	8. 4	1.8	4.7	8.0	11.0	15.3	15.7	18.2	—	—
	PK	〃	〃	3.4	7.0	11.3	13.1	15.7	15.0	18.3	—	—
	NK	〃	〃	6.6	13.0	18.8	22.9	29.2	29.1	32.2	—	—
	NP	〃	〃	5.7	12.0	18.0	23.2	30.5	31.3	34.7	—	—
	NPK	〃	〃	3.1	8.4	16.8	22.7	29.5	29.7	31.3	—	—
ツユクサ	O	7.31	8. 4	3.1	7.3	13.3	19.8	30.0	38.8	49.7	—	—
	PK	7.29	〃	4.2	8.7	15.2	20.4	28.7	38.1	44.7	—	—
	NK	7.25	〃	4.8	8.8	12.1	21.2	35.0	45.9	56.2	—	—
	NP	〃	〃	3.2	10.2	16.1	27.9	42.4	54.5	60.3	—	—
	NPK	〃	〃	3.9	10.3	16.4	26.2	41.3	52.4	61.2	—	—

乾物量の生産についてみると，各雑草とも窒素の肥効が大きく，特にアカザに於いて然りである。燕麦に対しては加里の肥効がみられず．燐酸はかなりの程度で肥効がみられるが，イヌタデ，サナエタデ及びアカザは燐酸に対する肥効は概して小さく，スベリヒユ及びツユクサでは燐酸，加里に対して同程度に肥効がみられる．タデ科の植物が燐酸に対する要求の少ないことは，大工原博士[32]の無燐酸区にこの種の雑草の多いと云うことと関係して．その吸収性の大きいことが窺われる(第8表)。

肥料成分含有率については，ツユクサ，スベリヒユが加里の含有率の高いことが認められる。又

第8表　1鉢当生草重量，乾物地上部及び地下部重量及び地上部に対する地下部の割合　(昭和22年)

Table 8 Fresh weight of top, dry weight of top and root per pot and its ratio of top to root (1947).

試験区別 種類名	処理	生草重量 g	乾物重量 地上部 g	地下部 g	地上部/地下部	収量割合 地上部	地下部
燕麥	O	23.97	5.00	1.62	0.32	24	55
	PK	29.61	6.10	1.50	0.25	29	51
	NK	63.84	13.69	1.55	0.11	66	52
	NP	96.33	20.90	2.85	0.14	101	96
	NPK	97.36	20.79	2.96	0.14	100	100
アカザ	O	6.25	1.48	0.38	0.26	6	11
	PK	13.25	3.67	0.80	0.22	14	23
	NK	70.75	23.36	2.99	0.13	89	84
	NP	63.50	20.18	3.43	0.17	77	97
	NPK	80.50	26.26	3.55	0.14	100	100
イヌタデ	O	36.50	6.81	2.18	0.31	31	85
	PK	34.25	6.72	1.97	0.29	31	77
	NK	112.00	20.91	2.34	0.11	95	92
	NP	114.50	19.21	2.00	0.10	87	78
	NPK	123.75	22.03	2.55	0.12	100	100

試験区別 種類名	処理	生草重量	乾物重量 地上部	地下部	地上部/地下部	収量割合 地上部	地下部
		g	g	g			
サナエタデ	O	—	8.17	3.21	0.39	26	29
	PK	—	10.23	3.25	0.32	32	29
	NK	—	31.01	9.01	0.30	98	81
	NP	—	29.81	8.75	0.29	94	79
	NPK	—	31.59	11.13	0.35	100	100
スベリヒユ	O	33.55	3.67	0.36	0.10	21	32
	PK	36.25	3.96	0.38	0.10	22	35
	NK	148.00	13.66	1.04	0.08	77	95
	NP	147.60	14.03	0.73	0.05	79	66
	NPK	172.40	17.68	1.10	0.06	100	100
ツユクサ	O	79.50	8.73	1.96	0.22	32	92
	PK	72.85	7.59	2.00	0.26	27	93
	NK	208.55	21.52	2.14	0.10	78	100
	NP	227.20	21.55	1.81	0.08	78	85
	NPK	259.40	27.69	2.14	0.08	100	100

アカザの無肥料もかなり多いが，然し SINGH & SINGH[27] の云えるが如き高率は示さなかつた（第9表)。

第9表 地上部及び地下部の窒素，燐酸，加里，粗灰分含有率（乾物中）（昭和22年）

Table 9 Ratio of nitrogen, phosphorous, potassium and ash in dry matter for top and root (1947).

試験区別 種類名	処理	地上部(%) 窒素	燐酸	加里	粗灰分	地下部(%) 窒素	燐酸	加里	粗灰分
燕麦	O	1.4088	0.7440	3.6182	10.9677	1.1332	0.3630	0.8595	10.2240
	PK	1.4435	—	—	10.6049	1.0317	—	—	6.6797
	NK	—	0.5030	—	8.7974	—	0.2179	—	6.5268
	NP	—	—	2.8873	8.1915	—	—	0.9865	8.5000
	NPK	1.8860	0.6113	3.6897	8.1019	1.2801	0.4825	1.2377	7.0825
アカザ	O	1.0893	0.4900	4.1904	10.8027	1.3411	0.2492	0.8233	7.6264
	PK	0.9029	—	—	8.1545	1.1315	—	—	10.8496
	NK	—	0.5219	—	9.9157	—	0.3191	—	6.2917
	NP	—	—	2.4402	8.2979	—	—	2.0743	10.2391
	NPK	1.2619	0.6869	2.8362	8.8524	0.9555	0.3593	1.2013	5.9619
イヌタデ	O	1.1552	0.6902	2.7787	9.2549	1.4697	0.5799	1.9404	8.9525
	PK	1.1552	—	—	10.0840	1.4475	—	—	7.7824
	NK	—	0.7745	—	11.5787	—	0.6206	—	6.3605
	NP	—	—	2.6868	10.4940	—	—	1.7154	5.4871
	NPK	1.9272	1.1441	3.6107	10.6605	1.1507	0.6369	2.0643	10.7827
サナエタデ	O	0.8711	0.7214	3.2414	10.4220	0.7024	0.3496	1.6117	5.7064
	PK	0.7665	—	—	8.3222	1.1867	—	—	8.2208
	NK	—	0.4743	—	8.3825	—	0.3192	—	8.8315
	NP	—	—	2.4127	8.8301	—	—	1.1734	5.6724
	NPK	1.1818	0.7292	3.2250	8.8005	1.1996	0.4478	1.7613	10.6578

試験区別 種類名	処理	地上部(%) 窒素	燐酸	加里	粗灰分	地下部(%) 窒素	燐酸	加里	粗灰分
スベリヒユ	O	1.1160	0.5106	4.7894	12.5835	1.5951	0.2263	1.3311	9.5637
	PK	0.9651	—	—	12.4716	1.7346	—	—	6 3857
	NK	—	0.4688	—	13.4842	—	0.4240	—	9.0140
	NP	—	—	3.4468	10.0493	—	—	1.6361	9.1797
	NPK	1.5367	0.5368	4.5099	11.2527	2.0234	0.4548	1.9677	10.3085
ツユクサ	O	1.0429	0.3352	4.3792	13.9340	1.0685	0.6001	3.6861	13.1206
	PK	1.0348	—	—	15.4093	0.9867	—	—	16.8148
	NK	—	0.5606	—	14.8747	—	0.2492	—	13.6156
	NP	—	—	3.3547	12.3564	—	—	3.0939	10.2431
	NPK	1.5248	0.4921	4.0316	11.6444	1.4179	0.4455	3.0800	11.0879

1鉢当の肥料成分量は，窒素がサナエタデで燕麦にまさつている外は吸収量は少ない。然しイヌタデ，ツユクサは概して多く，アカザは燕麦の約½に過ぎない。燐酸はスベリヒユが燕麦に匹敵する結果を示している外は，孰れも優つており，特にイヌタデ，サナエタデは吸収性が大であつて，大工原博士の報告を裏書きしており，アカザ，ツユクサも燕麦よりはるかに大きい。然し加里はサナエタデ及びツユクサが燕麦より多い外は，吸収性は劣る（第10表）。

（3）**昭和23年の結果**　5月11日に播種したがヒメスイバの外スズメノカタビラ，エノコログサ

第10表　地上部及び地下部の窒素，燐酸，加里含有量及び比率　（昭和22年）

Table 10 Content of nitrogen, phosphorous and potassium for top and root and their ratio (1947).

試験区別 種類名	処理	地上部(%) 窒素	燐酸	加里	地下部(%) 窒素	燐酸	加里	合計(%) 窒素	燐酸	加里	地上部の含有量の割合 窒素	燐酸	加里
燕麦	O	0.0704	0.0372	0.1809	0.0184	0.0059	0.0139	0.0888	0.0431	0.1947	79	86	93
	PK	0.0881	—	—	0.0155	—	—	0.1036	—	—	85	45	—
	NK	—	0.0689	—	—	0.0034	—	—	0.0723	—	—	95	—
	NP	—	—	0.6034	—	—	0.0281	—	—	0.6316	—	—	96
	NPK	0.3921	0.1271	0.7671	0.0379	0.0143	0.0366	0.4300	0.1414	0.8037	91	90	95
アカザ	O	0.0161	0.0073	0.0620	0.0051	0.0009	0.0031	0.0212	0.0082	0.0651	76	89	95
	PK	0.0357	—	—	0.0091	—	—	0.0448	—	—	80	—	—
	NK	—	0.6219	—	—	0.0095	—	—	0.1314	—	—	93	—
	NP	—	—	0.4924	—	—	0.0711	—	—	0.5635	—	—	87
	NPK	0.3314	0.1804	0.7448	0 0339	0.0128	0.0426	0.3653	0.1932	0.7874	91	93	95
イヌタデ	O	0.0787	0.0470	0.1892	0.0320	0.0126	0.0423	0.1107	0.0596	0.2315	71	79	85
	PK	0.0776	—	—	0.0285	—	—	0.1061	—	—	73	—	—
	NK	—	0.1619	—	—	0.0145	—	—	0.1764	—	—	92	—
	NP	—	—	0.5161	—	—	0.0343	—	—	0.5504	—	—	94
	NPK	0.4246	0.2520	0.7954	0.0293	0.0162	0.0526	0.4539	0.2682	0.8480	94	94	94
サナエタデ	O	0.0712	0.0589	2.2649	0.0225	0.0112	0.0517	0.0937	0.0701	0.3166	76	84	84
	PK	0.0784	—	—	0.0386	—	—	0.1160	—	—	68	—	—
	NK	—	0.1471	—	—	0.0288	—	—	0.1761	—	—	84	—
	NP	—	—	0.7192	—	—	0.1027	—	—	0.8219	—	—	88
	NPK	0.3733	0.2304	1.0188	0.1335	0.0498	0.1960	0.5068	0.2802	1.2148	74	82	84

試験区別 種類名	処理	地上部 窒素	地上部 燐酸	地上部 加里	地下部 窒素	地下部 燐酸	地下部 加里	合計 窒素	合計 燐酸	合計 加里	地上部の含有量の割合 窒素	地上部の含有量の割合 燐酸	地上部の含有量の割合 加里
スベリヒユ	O	0.0410	0.0187	0.1758	0.0057	0.0008	0.0048	0.0467	0.0195	0.1806	88	96	97
	NK	0.0382	—	—	0.0066	—	—	0.0448	—	—	85	—	—
	NK	—	0.0640	—	—	0.0044	—	—	0.0685	—	—	93	—
	NP	—	—	0.4836	—	—	0.0119	—	—	0.4955	—	—	98
	NPK	0.2717	0.0949	0.7974	0.0223	0.0050	0.0216	0.2940	0.0999	0.8190	92	95	97
ツユクサ	O	0.0910	0.0293	0.3823	0.0209	0.0118	0.0722	0.1119	0.0411	0.4545	81	71	84
	NK	0.0785	—	—	0.0197	—	—	0.0983	—	—	80	—	—
	NK	—	0.1206	—	—	0.0053	—	—	0.1259	—	—	96	—
	NP	—	—	0.7229	—	—	0.0560	—	—	0.7789	—	—	93
	NPK	0.4222	0.1363	1.1164	0.0303	0.0095	0.0659	0.4525	0.1458	1.1823	93	93	94

も供試したが発芽しなかつたので，スベリヒユを加えた。発芽は孰れも良整であり，又移植したイヌタデ（6月3日移植），スベリヒユ（7月5日移植）は孰れも活着は良好であつた。

生育状況は無肥料，無窒素は前年同様に葉は淡色を呈し，生育は劣つていたが，本年の土壌では無加里の生育が概して劣つており，無燐酸は3要素に匹敵していた（第11表）。

乾物量の生産に於てもその傾向は同様であり，たゞオオツメクサの無燐酸，無加里は3要素を上廻つていてこれら両成分の肥効が認められないのは，生産量は少ないが特異な点である。尚本年に於ては燕麦では肥料3成分共肥効をあらわしていることとは趣きを異にしている点である。その点本年供試した雑草の燐酸の肥効の少ないのは特異とすべきであつて，前年同様イヌタデ，サナエタデソバタデの如きタデ科に属する雑草に於て顯著である。尚本年供試した土壌では燐酸に比し加里の肥効の大きいのは趣きの異なる点であり，燕麦に於ても同様であるが，ソバタデ，イヌタデ，アカザ，ツユクサに於て認められた（第12表）。

第11表 収穫期及び草丈の推移 （昭和23年）

Table 11 Harvesting time and plant height of weeds at different stages of growth (1948).

試験区別 種類名	処理	収穫期 (月 日)	草丈 (cm) 6.17	6.24	7.1	7.8	7.15	7.22	7.29	8.5	8.12	8.19	8.26
燕麦	O	7.23	44.1	56.8	65.0	77.4	92.4	94.8	—	—	—	—	—
	PK	〃	48.6	57.3	65.8	81.5	101.9	104.6	—	—	—	—	—
	NK	〃	47.0	60.6	75.5	82.0	106.5	100.8	—	—	—	—	—
	NP	〃	53.2	69.4	78.3	96.0	116.0	119.5	—	—	—	—	—
	NPK	〃	59.1	71.4	85.6	100.4	121.7	126.7	—	—	—	—	—
ソバタデ	O	8.28	—	—	6.1	9.4	—	27.4	28.8	31.9	33.7	35.6	37.9
	PK	〃	—	—	6.0	10.7	—	27.6	29.0	30.8	31.7	33.6	36.6
	NK	〃	—	—	7.3	14.9	—	34.8	36.8	37.4	39.4	40.5	41.4
	NP	〃	—	—	4.5	10.1	—	29.5	35.4	37.1	37.7	38.0	40.0
	NPK	〃	—	—	5.6	11.4	—	33.1	34.1	39.4	46.4	43.2	46.7
イヌタデ	O	7.29	4.7	10.3	17.1	21.4	24.6	32.3	39.2	—	—	—	—
	PK	〃	5.1	11.4	16.5	23.6	26.7	29.0	32.9	—	—	—	—
	NK	〃	4.8	13.2	24.4	31.2	37.1	50.5	58.9	—	—	—	—
	NP	〃	4.9	11.8	19.6	28.1	37.0	48.7	50.9	—	—	—	—
	NPK	〃	5.3	10.9	24.4	36.8	42.0	55.3	55.0	—	—	—	—

試験区別 種類名	処理	収穫期	草丈 (cm) 6.17	6.24	7.1	7.8	7.15	7.22	7.29	8.5	8.12	8.19	8.26
サナエタデ	O	月 日 7.22	13.6	20.4	26.5	32.7	37.2	42.8	—	—	—	—	—
	PK	〃	14.5	20.8	27.4	34.3	39.7	46.3	—	—	—	—	—
	NK	〃	17.1	22.6	29.5	35.5	42.7	48.5	—	—	—	—	—
	NP	〃	16.7	27.7	28.7	35.5	40.0	49.0	—	—	—	—	—
	NPK	〃	15.2	24.7	28.9	33.6	39.9	51.2	—	—	—	—	—
アカザ	O	8.12	2.9	4.7	8.1	13.9	21.4	26.1	32.7	40.8	50.3	—	—
	PK	〃	4.1	9.8	16.3	24.1	31.5	26.9	45.7	51.8	61.4	—	—
	NK	〃	3.4	7.0	14.1	25.2	37.0	43.5	55.7	69.1	81.4	—	—
	NP	〃	4.8	9.4	18.5	31.0	41.0	55.3	64.9	78.6	93.3	—	—
	NPK	〃	5.8	10.3	22.2	35.9	48.7	61.4	73.4	86.5	98.6	—	—
オオツメクサ	O	6.28	15.3	21.0	27.7	—	—	—	—	—	—	—	—
	PK	〃	18.5	30.1	31.5	—	—	—	—	—	—	—	—
	NK	〃	18.6	32.1	35.9	—	—	—	—	—	—	—	—
	NP	〃	17.4	30.7	38.4	—	—	—	—	—	—	—	—
	NPK	〃	18.6	30.4	36.5	—	—	—	—	—	—	—	—
スベリヒユ	O	8.26	—	—	—	—	—	—	—	7.9	11.9	13.1	14.2
	PK	〃	—	—	—	—	—	—	—	13.1	17.6	19.3	22.7
	NK	〃	—	—	—	—	—	—	—	10.3	18.0	21.6	25.6
	NP	〃	—	—	—	—	—	—	—	10.2	17.2	20.9	24.2
	NPK	〃	—	—	—	—	—	—	—	13.4	23.7	26.0	28.2
ツユクサ	O	7.22	8.3	14.8	23.3	32.5	35.9	42.4	—	—	—	—	—
	PK	〃	8.6	17.0	26.7	34.8	38.4	46.5	—	—	—	—	—
	NK	〃	8.2	17.7	30.2	40.9	49.4	56.5	—	—	—	—	—
	NP	〃	7.3	17.3	28.9	41.4	51.7	53.7	—	—	—	—	—
	NPK	〃	8.9	19.3	33.6	45.6	54.3	62.4	—	—	—	—	—

第12表　1鉢当生草重量，乾物地上部地下部重量及地上部に対する地下部の割合　(昭和23年)

Table 12 Fresh weight of top, dry weight of top and root per pot and its ratio of top to root (1948).

試験区別 種類名	処理	生草重量	乾物重量 地上部	地下部	地下部/地上部	収量割合 地上部	地下部
燕麦	O	g 35.50	g 11.64	g 2.31	0.20	27	30
	PK	36.95	13.37	2.28	0.17	31	30
	NK	87.25	22.76	3.02	0.13	52	39
	NP	136.50	36.97	5.07	0.14	62	66
	NPK	158.80	43.42	7.65	0.18	100	100
ソバタデ	O	58.05	14.41	3.57	0.25	40	86
	PK	64.05	15.54	2.49	0.16	43	60
	NK	135.40	36.71	5.07	0.14	102	122
	NP	111.65	24.31	2.96	0.12	68	71
	NPK	164.65	35.92	4.14	0.12	100	100

試驗区別 種類名	処理	生草重量	乾物重量 地上部	乾物重量 地下部	地下部/地上部	収量割合 地上部	収量割合 地下部
		g	g	g			
イヌタデ	O	59.25	15.22	3.50	0.23	47	62
	PK	47.00	11.69	4.19	0.36	36	74
	NK	144.75	31.70	3.99	0.13	98	71
	NP	139.25	25.09	3.71	0.15	78	66
	NPK	160.50	32.19	5.64	0.18	100	100
サナエタデ	O	43.60	12.93	4.05	0.31	27	39
	PK	46.60	13.16	4.11	0.31	28	40
	NK	134.80	41.77	9.68	0.23	87	94
	NP	136.90	40.13	7.92	0.20	84	77
	NPK	154.35	47.79	10.34	0.22	100	100
アカザ	O	18.00	7.57	2.80	0.37	26	43
	PK	21.00	9.98	2.75	0.28	35	42
	NK	81.50	20.85	3.73	0.18	73	57
	NP	78.00	15.99	3.33	0.21	56	51
	NPK	138.00	28.70	6.56	0.23	100	100
オオツメクサ	O	18.75	2.23	0.48	0.22	38	75
	PK	24.25	3.46	0.61	0.18	59	95
	NK	57.15	6.40	0.70	0.11	108	109
	NP	65.00	6.37	0.58	0.09	108	91
	NPK	65.10	5.91	0.64	0.11	100	100
スベリヒユ	O	31.15	4.50	0.82	0.18	23	44
	PK	47.80	7.64	0.92	0.12	39	48
	NK	107.20	11.94	1.56	0.13	61	81
	NP	132.95	15.72	1.26	0.08	80	65
	NPK	145.90	19.69	1.93	0.10	100	100
ツユクサ	O	82.85	9.83	3.77	0.38	30	63
	PK	88.50	10.93	3.48	0.32	34	58
	NK	262.30	30.54	6.94	0.23	94	116
	NP	239.55	28.46	4.55	0.16	87	76
	NPK	285.95	32.57	5.96	0.18	100	100

肥料含有率は無要素が最も少なく無肥料，3要素の順であるが，無肥料の高い場合もある。窒素含有率の高いのはオオツメクサであつて，サナエタデは概して少ない。加里はスベリヒユが特に多いが地下部は極めて少ない。これは前年は地上部地下部共高い含有率を示していた点とは趣きが異つている（第13表）。

1鉢当の肥料成分吸収量では，窒素はソバタデが僅かに燕麦より多いのみで他は孰れも少ないがその中でもイヌタデはやゝ多く，他は大差はない。燐酸はソバタデ，イヌタデ及びツユクサが多く，オオツメクサ，スベリヒユ等は少い。加里は孰れも燕麦に劣るが，ソバタデ，サナエタデ，ツユクサは概して多く，イヌタデ，アカザがこれにつぎオオツメクサ，スベリヒユは少ない（第14表）。

（4） **昭和24年の結果** 本年にはアオビユ，イヌノフグリ，ナギナタコウジユを播種したが，孰れも発芽不良であつたので，エゾノギシギシ，ヤナギタデを5月31日に移植した。

生育の状況は無肥料，無窒素が悪く，無燐酸も

第13表　地上部及び地下部の窒素，燐酸，加里，粗灰分含有率（乾物中）（昭和23年）

Table 13 Ratio of nitrogen, phosphorous, potassium and ash in the dry matter for top and root (1948).

試験区別		地上部（%）				地下部（%）			
種類名	処理	窒素	燐酸	加里	粗灰分	窒素	燐酸	加里	粗灰分
燕麦	O	1.0310	0.4134	3.1193	9.2057	0.9030	0.3626	1.5816	12.1474
	PK	1.0774	—	—	8.6925	0.8918	—	—	—
	NK	—	0.4696	—	8.2096	—	0.4528	—	10.4501
	NP	—	—	2.3270	7.4594	—	—	1.5596	13.8422
	NPK	1.1822	—	—	—	0.8739	0.2838	1.9828	13.1584
ソバタデ	O	0.8693	0.7509	2.7961	9.1716	1.4214	0.4211	2.1786	16.1417
	PK	0.8758	—	—	8.5427	1.3781	—	—	8.5331
	NK	—	0.4654	—	8.9802	—	0.3837	—	13.9273
	NP	—	—	2.3406	9.3903	—	—	1.5932	13.1555
	NPK	1.4203	0.4815	2.6206	7.8856	1.7150	0.4167	1.5513	10.5962
イヌタデ	O	0.9537	0.6220	1.8992	7.1152	1.3849	0.5016	2.4403	6.6659
	PK	1.0061	—	—	7.9588	1.4960	—	—	7.3129
	NK	—	0.5412	—	7.3151	—	0.3541	—	7.3506
	NP	—	—	1.3942	7.8996	—	—	1.4988	6.5035
	NPK	1.2424	0.7210	1.9439	6.7137	1.3783	0.4111	1.6963	7.6230
サナエタデ	O	0.5897	0.3998	2.0425	7.2428	0.9499	0.3643	1.7954	11.6200
	PK	0.6640	—	—	7.6923	0.8690	—	—	12.3923
	NK	—	0.2005	—	5.2695	—	0.2579	—	11.9647
	NP	—	—	1.2654	5.7094	—	—	1.1827	8.5676
	NPK	0 9121	0.3789	1.5170	5.5798	0.8175	0.3924	1.4445	11.3427
アカザ	O	1.0845	0.5642	2.8010	11.5544	1.2943	0.6222	2.7704	11.4768
	PK	0.8865	—	—	9.3662	1.2795	—	—	8.1387
	NK	—	0.4048	—	9.4035	—	0.4317	—	12.4498
	NP	—	—	2.1830	7.9778	—	—	1.6847	9.2814
	NPK	1.1230	0.6439	2.3912	7.5849	1.2068	0.4428	1.7167	8.5478
オオツメクサ	O	2.7691	1.1851	3.2757	15.3303	2.1906	—	—	—
	PK	2.1487	—	—	13.5580	1.9256	—	—	—
	NK	—	0.8835	—	14.7509	—	—	—	—
	NP	—	—	1.8750	13.6707	—	—	—	—
	NPK	3.6273	1.2491	4.5376	—	2.9114	—	—	—
スベリヒユ	O	1.5616	0.5276	4.9813	10.9878	1.0936	—	—	—
	PK	1.2931	—	—	11.9715	0.7211	—	—	—
	NK	—	0.4064	—	11.4955	—	0.3537	—	10.0144
	NP	—	—	2.1653	9.3585	—	—	0.4921	14.6160
	NPK	1.6951	0.4799	3.0824	8.6927	1.5350	0.1843	0.4164	11.1756
ツメクサ	O	0.9589	0.7118	3.0093	16.1029	1.3431	0.4202	2.4396	20.7351
	PK	0.8386	—	—	13.9920	1.0206	—	—	15.7649
	NK	—	0.4549	—	12.5150	—	0.5483	—	—
	NP	—	—	1.8530	11.7776	—	—	1.6281	—
	NPK	1.1244	0.6516	2.9214	9.2229	1.4249	0.5965	1.8021	—

第14表 地上部及び地下部の窒素，燐酸，加里含有量及び比率（昭和23年）

Table 14 Content of nitrogen, phosphorous and potassium for top and root and their ratio (1948).

試驗区別		地上部 %			地下部 %			合計 %			地上部含有量の割合		
種類名	処理	窒素	燐酸	加里	窒素	燐酸	加里	窒素	燐酸	加里	窒素	燐酸	加里
燕麦	O	0.1200	0.0481	0.3631	0.0209	0.0084	0.0365	0.1409	0.0565	0.3996	85	85	91
	PK	0.1440	—	—	0.0203	—	—	0.1643	—	—	88	—	—
	NK	—	0.1069	—	—	0.0137	—	—	0.1206	—	—	89	—
	NP	—	—	0.8603	—	—	0.0791	—	—	0.9394	—	—	92
	NPK	0.5133	—	—	0.0669	0.0217	0.1517	0.5802	—	—	89	—	—
ソバタデ	O	0.1253	0.1082	0.4029	0.0507	0.0150	0.0560	0.1760	0.1232	0.4589	71	88	88
	PK	0.1361	—	—	0.0343	—	—	0.1704	—	—	80	—	—
	NK	—	0.1708	—	—	0.0159	—	—	0.1867	—	—	91	—
	NP	—	—	0.5690	—	—	0.0472	—	—	0.6162	—	—	92
	NPK	0.5102	0.1730	0.9413	0.0710	0.0173	0.0642	0.5812	0.1903	1.0055	88	91	94
イヌタデ	O	0.1452	0.0947	0.2891	0.0485	0.0176	0.0854	0.1937	0.1123	0.3745	75	84	77
	PK	0.1036	—	—	0.0627	—	—	0.1663	—	—	62	—	—
	NK	—	0.1283	—	—	0.0141	—	—	0.1424	—	—	90	—
	NP	—	—	0.3498	—	—	0.0551	—	—	0.4049	—	—	86
	NPK	0.3999	0.2321	0.6257	0.0777	0.0233	0.0957	0.4776	0.2553	0.7214	84	91	87
サナエタデ	O	0.0762	0.0517	0.2641	0.0385	0.0148	0.0727	0.1147	0.0665	0.3368	66	78	78
	PK	0.0874	—	—	0.0316	—	—	0.1190	—	—	73	—	—
	NK	—	0.0837	—	—	0.0250	—	—	0.1087	—	—	77	—
	NP	—	—	0.5078	—	—	0.0937	—	—	0.6015	—	—	84
	NPK	0.4359	0.1811	0.7250	0.0845	0.0406	0.1494	0.5204	0.2217	0.8744	84	82	83
アカザ	O	0.0821	0.0427	0.2120	0.0362	0.0174	0.0776	0.1183	0.0601	0.2896	69	71	73
	PK	0.0885	—	—	0.0352	—	—	0.1236	—	—	72	—	—
	NK	—	0.0844	—	—	0.0161	—	—	0.1005	—	—	84	—
	NP	—	—	0.3491	—	—	0.0561	—	—	0.4052	—	—	86
	NPK	0.3323	0.1848	0.6863	0.0792	0.0290	0.1126	0.4015	0.2138	0.7989	80	87	86
オオツメクサ	O	0.0018	0.0264	0.0730	0.0105	—	—	0.0723	—	—	85	—	—
	PK	0.0743	—	—	0.0117	—	—	0.0860	—	—	86	—	—
	NK	—	0.0565	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	NP	—	—	0.1194	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	NPK	0.2144	0.0738	0.2682	0.0186	—	—	0.2330	—	—	92	—	—
スベリヒユ	O	0.0703	0.0237	0.2242	0.0090	—	—	0.0793	—	—	89	—	—
	PK	0.0988	—	—	0.0066	—	—	0.1054	—	—	94	—	—
	NK	—	0.0483	—	—	0.0055	—	—	0.0538	—	—	90	—
	NP	—	—	0.3404	—	—	0.0062	—	—	0.3466	—	—	98
	NPK	0.3338	0.0945	0.6069	0.0296	0.0036	0.0080	0.3634	0.0981	0.6149	92	96	99
ツユクサ	O	0.0942	0.0699	0.2955	0.0506	0.0158	0.0920	0.1448	0.0857	0.3875	65	82	76
	PK	0.0917	—	—	0.0355	—	—	0.1272	—	—	72	—	—
	NK	—	0.1389	—	—	0.0381	—	—	0.1770	—	—	78	—
	NP	—	—	0.5274	—	—	0.0741	—	—	0.6015	—	—	88
	NPK	0.3662	0.2122	0.9515	0.0849	0.0356	0.1074	0.4511	0.2971	1.0589	81	72	90

かなり草丈の伸長は劣つていたが，加里の肥効は前年とは趣きを異にして，かなり少い。供試土壌は前年と同じであるが，年によつてかなり肥効に差をあらわすのは，気候要素が大きくはたらくためであろう（第15表)。

第15表　出穂，開花始，收穫期及び草丈の推移（昭和24年）

Table 15 Heading, bluming and harvesting time of weeds and their plant height at different stages of growth (1949).

試験区別 種類名	処理	出穂又は開花始	收穫期	草丈 (cm) 6.10	6.17	6.24	7. 1	7. 8	7.15	7.22	7.29	8. 5
		月 日	月 日									
燕麦	O	7. 5	7.22	29.7	40.7	63.7	63.1	81.3	97.8	99.0	—	—
	PK	7. 6	〃	27.7	44.0	56.0	68.9	84.0	105.5	109.2	—	—
	NK	〃	〃	28.6	39.7	59.4	75.2	88.6	103.3	105.6	—	—
	NP	〃	〃	39.1	51.1	67.1	83.0	94.7	117.1	124.5	—	—
	NPK	〃	〃	42.6	49.8	68.4	84.9	96.7	123.3	127.8	—	—
エゾノギシギシ	O	7.28	8. 5	—	—	6.8	10.0	17.0	19.2	21.6	23.5	24.2
	PK	〃	〃	—	—	9.6	13.3	18.7	21.2	24.7	28.0	29.4
	NK	〃	〃	—	—	7.2	11.0	18.5	24.4	29.5	33.5	37.9
	NP	7.23	〃	—	—	9.5	14.9	24.5	32.8	40.8	55.7	56.3
	NPK	7.20	〃	—	—	9.2	12.9	23.1	32.9	47.4	54.1	57.6
ヤナギタデ	O		8. 5	—	—	9.8	13.7	17.3	21.3	27.1	31.5	37.8
	PK		〃	—	—	9.3	12.9	16.7	23.4	29.5	34.0	40.8
	NK		〃	—	—	9.4	15.3	25.0	39.2	46.6	50.1	53.7
	NP		〃	—	—	11.1	17.5	32.2	42.0	49.0	53.5	59.8
	NPK		〃	—	—	10.9	17.7	33.4	43.5	48 7	58.7	64.2

乾物量の生産についてみると，窒素の肥効が顯著であり，燐酸がこれについでおり，加里の肥効は少いが，それ等の肥効は供試雑草がかなり大きい。生産量は燕麦，ヤナギタデが大きいが，エゾノギシギシは多年生であるが燕麦の約½である（第16表)。

肥料成分含有率は燕麦の窒素がかなり高く，従来の結果からみると約倍に近い値を示しており，エゾノギシギシの加里が特に多いことも注目される（第17表)。

第16表　1鉢当生草重量，地上部，地下部乾物重量及び地上部に対する地下部の割合（昭和24年）

Table 16 Fresh weight of top, dry weight, of top and root per pot and its ratio of top to root (1949).

試験区別 種類名	処理	生草重量 g	乾物重量 g 地上部	地下部	地下部/地上部	収量割合 地上部	地下部
燕麦	O	44.0	12.47	2.19	0.18	24	41
	PK	50.5	16.44	2.77	0.17	32	52
	NK	102.0	22.09	2.09	0.09	42	39
	NP	163.0	43.64	5.35	0.12	84	100
	NPK	164.5	52.01	5.35	0.10	100	100
エゾノギシギシ	O	29.5	5.13	8.95	1.74	18	122
	PK	29.8	5.24	10.99	2.10	19	149
	NK	63.7	13.93	9.35	0.67	50	127
	NP	115.0	27.82	5.73	0.21	100	78
	NPK	117.5	27.87	7.36	0.26	100	100

試験区別 種類名	処理	生草重量g	乾物重量g 地上部	地下部	地下部/地上部	収量割合 地上部	地下部
ヤナギタデ	O	40.4	12.38	2.70	0.22	23	55
	PK	40.0	11.25	2.42	0.22	21	50
	NK	158.8	42.40	5.09	0.12	79	103
	NP	181.3	50.39	4.44	0.09	94	90
	NPK	192.0	53.39	4.95	0.09	100	100

第17表 地上部及び地下部の窒素，燐酸，加里，粗灰分含有率 乾物中（昭和24年）

Table 17 Ratio of nitrogen, phosphorous, potassium and ash in dry matter for top and root (1949).

試験区別 種類名	処理	地上部(%) 窒素	燐酸	加里	粗灰分	地下部(%) 窒素	燐酸	加里	粗灰分
燕麦	O	2.6221	0.5162	1.9198	10.3175	0.9741	0.2230	0.7273	7.3954
	PK	2.4526	—	—	9.1709	0.4886	—	—	9.6520
	NK	—	0.4744	—	9.8830	—	0.2152	—	6.8326
	NP	—	—	1.1626	10.1091	—	—	0.3804	10.7054
	NPK	2.7432	0.4799	1.7792	8.8272	0.6971	0.2448	0.4930	8.4349
エゾノギシギシ	O	1.7068	0.4279	4.9083	12.9522	0.5834	0.3162	2.3968	4.7800
	PK	1.6036	—	—	11.9285	0.7776	—	—	4.2030
	NK	—	0.3954	—	12.1948	—	0.2339	—	4.1555
	NP	—	—	2.2420	8.9414	—	—	1.2179	6.0449
	NPK	1.3766	0.4868	3.4990	8.8338	1.0156	0.3448	1.4825	5.6203
ヤナギタデ	O	1.1245	0.8372	1.7565	5.1925	1.0818	0.2860	1.4942	9.9174
	PK	1.6871	—	—	6.1909	0.8157	—	—	7.3950
	NK	—	0.3036	—	5.9681	—	0.1968	—	5.2337
	NP	—	—	1.9798	5.7486	—	—	0.8355	5.5904
	NPK	2.5642	0.7517	2.3615	6.4100	1.1404	0.2512	1.2808	6.1275

肥料成分の吸収量は雑草の窒素の吸収量がかなり少なく，燕麦の約½であるが，燕麦の吸収量は含有率が高いので前年の約倍量以上の値を示しており，ヤナギタデ，エゾノギシギシも従来の実験結果からみるとかなり高い結果を示している。次に燐酸ではヤナギタデが多く，燕麦を凌駕し，加里ではヤナギタデ，エゾノギシギシ共燕麦より多く，特にヤナギタデは高い（第18表)。

以上の結果について毎年の肥料成分の吸収量を一覧にして示すと第19表の通りであつて，供試した雑草の範囲では窒素の吸収量は概して小さく，イヌタデ，サナエタデ，ソバタデが僅かに大きいのみであつて，加里にあつてもノビエ，エノコログサの禾本科に属する雑草及びアオビユが高く，

第18表 地上部，地下部の窒素，燐酸，加里含有量及び比率（昭和24年）

Table 18 Content of nitrogen, phosphorous and potassium for top and root and their ratio (1949).

試験区別 種類名	処理	地上部g 窒素	燐酸	加里	地下部g 窒素	燐酸	加里	合計g 窒素	燐酸	加里	地上部含有量の割合 窒素	燐酸	加里
燕麦	O	0.3270	0.0644	0.2394	0.0213	0.0049	0.0159	0.3483	0.0693	0.2553	93	93	94
	PK	0.4032	—	—	0.0135	—	—	0.4167	—	—	97	—	—
	NK	—	0.1048	—	—	0.0045	—	—	0.1093	—	—	96	—
	NP	—	—	0.5074	—	—	0.0204	—	—	0.5278	—	—	96
	NPK	1.4267	0.2496	0.9254	0.0373	0.0131	0.0264	1.4640	0.2627	0.9518	97	95	97

試験区別 種類名	処理	地上部g 窒素	燐酸	加里	地下部g 窒素	燐酸	加里	合計g 窒素	燐酸	加里	地上部含有色の割合 窒素	燐酸	加里
エゾノギシギシ	O	0.0876	0.0220	0.2518	0.0522	0.0283	0.2145	0.1398	0.0503	0.4663	63	44	54
	PK	0.0840	—	—	0.0855	—	—	0.1695	—	—	50	—	—
	NK	—	0.0551	—	—	0.0219	—	—	0.0770	—	—	72	—
	NP	—	—	0.6237	—	—	0.0698	—	—	0.6935	—	—	90
	NPK	0.3836	0.1385	0.9792	0.0748	0.0254	0.1091	0.4584	0.1639	0.0883	84	84	90
ヤナギタデ	O	0.1392	0.1036	0.2175	0.0282	0.0077	0.0403	0.1674	0.1113	0.2578	83	93	84
	PK	0.1898	—	—	0.0197	—	—	0.2095	—	—	91	—	—
	NK	—	0.1287	—	—	0.0100	—	—	0.1387	—	—	93	—
	NP	—	—	0.9976	—	—	0.0371	—	—	1.0347	—	—	96
	NPK	1.3690	0.4013	1.2608	0.0564	0.0124	0.0634	1.4254	0.4137	1.3242	96	97	95

第19表 各年の肥料吸收量 (g)

Table 19 Amount of fertilizers absorbed by weeds on each year (g).

種類名	科名	昭和20年 窒素	燐酸	加里	昭和22年 窒素	燐酸	加里	昭和23年 窒素	燐酸	加里	昭和24年 窒素	燐酸	加里
燕麦	禾本科	0.0921	0.0900	0.4198	0.1036	0.0723	0.6316	0.1643	0.1206	0.9394	0.4167	0.1093	0.5278
ノビエ	〃	0.0635	0.0922	1.2163	—	—	—	—	—	—	—	—	—
エノコロクサ	〃	0.0612	0.0653	0.8317	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ツユクサ	ツユクサ科	—	—	—	0.0983	0.1259	0.7789	0.1272	0.1770	0.6015	—	—	—
ハコベ	ナデシコ科	0.0477	0.0797	0.1858	—	—	—	—	—	—	—	—	—
オオツメクサ	〃	0.0489	0.0494	0.3365	—	—	—	0.0860	—	—	—	—	—
スベリヒユ	スベリヒユ科	0.0540	0.1204	0.9719	0.0448	0.0685	0,4955	0.1054	0.0538	0.3461	—	—	—
アオビユ	ヒユ科	0.0540	0.1204	0.9719	—	—	—	—	—	—	—	—	—
アカザ	アカザ科	—	—	—	0.0448	0.1314	0.5635	0.1236	0.1005	0.4052	—	—	—
イヌタデ	タデ科	—	—	—	0.1061	0.1764	0.5504	0.1663	0.1424	0.4049	—	—	—
サナエタデ	〃	—	—	—	0.1160	0.1761	0,8219	0.1190	0.1087	0.6015	—	—	—
ソバタデ	〃	—	—	—	—	—	—	0 1704	0.1867	0.6162	—	—	—
ヤナギタデ	〃	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.2095	0.1387	1.0347
エゾノギシギシ	〃	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.1695	0.0770	0.6935

その外昭和22年に於けるサナエタデが多いのみである。然し燐酸ではイヌタデ，サナエタデ，ソバタデ，ヤナギタデのタデ科に属する雑草，ツユクサ，アオビユ等はかなり高い。即ちこれらの雑草と作物との競争は燐酸に於てかなり激甚であると考えられる。特にツユクサが他の植物学的特性に起因するが，肥料学的にみても極めて不良な雑草の一つと云うことが出来る。

圃場に自生する雑草は極めてよく繁茂しているが，昭和23年に調査した1本当の生産量は第20表の如くであつて，本実験に於ける乾物量にくらべるとかなり著しい相異がある。制約された生育領域に於ける本実験の如き条件では，自由に生育しているものにくらべてかなり生育は劣つている。例えばアカザの如きは路傍にあつては数尺にも達し，乾物量の生産もかなり多く，肥料成分の吸収性も問題なく多いように考えられるが，然し制限された生育領域にあつては必ずしも多くはない。

肥料成分に対する競争は雑草の種類やその分布量によつて左右されるわけであつて，雑草の分布が少なければ個々の雑草の生育は旺盛であつてもその影響は部分的であつて，作物に対する低減的影響は大きくはないであろう。然し分布の多い場合にはその影響はかなり激甚となろう。札幌地方に於ける燕麦と雑草との競争は，生育初期にはオオツメクサ，ハコベ，イヌノフグリ等の越年性の2年性植物が多く，後期にはイヌタデ，スベリヒユ，ツユクサ等であつて，燕麦の生育の旺盛な時

第20表　圃場に自生している雑草の1本当重量

Table 20 Weight per plant of weeds being naturally grown in the field.

種類名	科名	採集月日	草丈	開花程度	生体重	風乾重
		月 日	cm		g	g
ヒメムカシヨモギ	キク科	8. 7	87.6	開花揃	43.0	11.78
ヒメジヨン	〃	〃	93.8	開花終	48.0	13.52
イヌガラシ	十字花科	〃	29.2	〃	9.5	1.79
スカシタゴボウ	〃	〃	42.8	〃	31.0	7.54
アオビユ	ヒユ科	8.16	83.7	開花期	94.0	12.8
アカザ	アカザ科	8.17	108.0	開花前	108.0	—
サナエタデ	タデ科	9.10	90.4	開花期	134.8	37.0
イヌタデ	〃	〃	87.6	〃	97.8	18.7
アキメイシバ	禾本科	〃	70.4		43.8	11.1

期に於けるこれら雑草との共存は燕麦の収量の低下の大きな要因となる。農家に於ては雑草の繁茂を抑制するために極端な厚播を行つているが，種子量を無駄に使用するのみでなく却つて除草作業を困難にし，雑草の分布を多くする結果となる場合が多い。積極的に雑草の分布を少くするように除草作業を行うべきである。

尙本実験では地下部について乾燥重及び肥料成分含量を調査したが，地上部に対する比率をみると，乾物量に於ても，又肥料成分量についても，試験処理によつて異なり，無肥料，無窒素の場合には概して高く，無加里，3要素に於て低い結果を示し，雑草の種類，処理によつて異なるが，その量は10～20%に達しており，肥料試験施行に当つて地上部のみについて調査することは当をえないと考える。

Ⅲ 摘　　要

作物と雑草との競争は肥料成分の問題が大きいと考えられるので，札幌地方に分布する主な畑地雑草13種について，三要素試験を行つて，肥料の吸収性を調査した。その結果では，雑草の窒素及び加里の吸収性は概して少なく，窒素では燕麦に対しイヌタデ，サナエタデ，ソバタデが僅かに大きく，加里ではノビエ，エノコログサ，ヤナギタデ及びアオビユが大きいのみであるが，燐酸の吸収性はイヌタデ，サナエタデ，ソバタデ，ヤナギタデのタデ科に属する雑草及びツユクサ，アオビユが大きいことを認めた。

本実験を行うに当り，元助手清水俊幸氏，助手七字誠氏の助力をえたことに深く感謝の意を表する。

文　　献

1. Blackman, G. E. and W. G. Templeman, 1938: The nature of the competition between cereal crops and annual weeds. Jour. Agr. Sci. 28: 247—271.
2. Ernis, W, B. Jr., 1948: Responses of crop plants to o-iso-propyl N-phenol carbamate. Bot. Gaz. 109: 473—493.
3. Fonder, John F., 1929: Variations in potassium content of alfalfa due to stage of growth and soil type and the relationship of potassium and calcium in plants grown upon different soil types. Jour. Amer. Soc. Agron. 21: 732—750.
4. Godel, Geo L., 1935: Relation between rate of seeding and yield of cereal crops in competition with weeds. Sci. Agr. 16: 3.
5. 半澤洵, 1910: 雜草学 138—140.
6. Hardy, E. A., 1931: Machinery for weed control. Agr. Eng. 12: 369—373.
7. 北海道農事試驗場, 1931: 事業成績
8. ————————, 1932: 同上
9. ————————, 1933: 同上
10. Humphrey, R. R.; 1949: Fire as a means of controlling velvet mesquite, burrweed, and cholla on South Arizona ranges. Jour. Range Mang. 2: 175—182.
11. 笠原安夫, 1951: I. P. C. による畑地雑草の防除試驗第1報, 農業及園芸, 26: 363—364.

12. KELLEY, S. G.. 1936 : The practical use of insects for the control of insects pests and noxious weeds (The use of insects for the control of noxions weeds). Kans. Sta. Bd. Agr. (Quart) Rpt. 55 : No. 217 A : 34—38.

13. LACHMAN, William H., 1948 : Some studies using isopropyl-N-phenyl Carbamate as a selective herbicide. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 51 : 541—544.

14. LONG, H. C., 1934 : Suppresion of weeds by fertilizers and weeds.

15. MILLER, D., 1936 : Biological control of noxious insects and weeds in New Zealands. New Zealand Jour. Sci. and Technol. 18 : 574—593.

16. MUENSCHER, Walter Conrad, 1935 : weeds. 70—90.

17. MUSGRAVE, M. M., 1949 : Control of California thistle with Cocksfoot. New Zealand Jour. Agr. 78 : 23.

18. 農林省農務局, 1934 : 工芸作物耕種要綱上

19. ————, 1935 : 同　上　　下

20. ————, 1936 : 水稻及陸稻耕種要綱

21. ————, 1937 : 麦類耕種要綱

22. ————, 1937 : 雑穀豆類, 甘藷馬鈴薯耕種要綱

23. PAVLYSCHENKO, T. K. and J. B. HARMINGTON, 1934 : Competition efficiency of weeds and cereal crops. Canada Jour. Agr. 10 : 77—94.

24. PEARSE, ERDWIN and C. L. HILL, 1949 : Use of sheep to control Johnson grass. Sugar Bull. (New Orleans) 27 : 134—136.

25. ROBINSON, R. G., 1949 : Annual weeds, their viable seed population in the soil and their effect on yields of oats, wheat and flax. Agron. Jour. 41 : 513—518.

26. SINGH, B. N., K. DAS and G. V. CHALLMAN, 1937 : Effective of cultural treatments in the control of weeds. Emp. Jour. Exp. Agr. 5 : 63—68.

27. SINGH, B. N. and L. B. SINGH, 1939 : Relative absorption of nutrients by weeds of arable land. Soil Sci. 47 : 227—235.

28. STOA, T. E., VICTOR STURLANGSON and H. F. McCOLLY, 1930 : Control of quqck grass by tillage. North Dakota Agr. Exp. Sta. Bull. 224.

29. 寺澤保房, 1930 : 肥料の濃厚溶液による雑草の防除について、農業及園芸、5 : 905—914.

30. VANDECAVEYE, S. C. and L. V. BOND, 1936 : Yield and composition of alfalfa as affected by various fertilizers and soil types. Jour. Amer. Soc. Agron. 28 : 491—505.

31. 2, 4—D に関する生理的及防除効果については多数の文献があるので, その主なもののみをあげる。
   i) ANDERSON, J. G. and D. E. WOLF, 1948 : Pre-emergence control of weeds in corn with 2-4-D. Jour. Amer. Soc. Agron. 40 : 453—458.
   ii) 荒井正雄, 1949 : 2, 4—D による水田除草の理論と方法, 農業及園芸, 25 : 337—340, 427—430.
   iii) ————, 川島良一 1951 : 2, 4—D による畑作雑草除草試験について —問題点と研究課題— 2, 4—D 普及会.
   iv) COWART, L. E., 1949 : Studies on the effect of 2, 4-dichlorophenoxy acetate on rotundus. Amer. Jour. Bot. 36 : 822.
   v) 笠原安夫, 1949 : 2,4—Dによる耕地雑草の防除試験第 3 報, 農学研究 38 : 13.
   vi) MARTH, PAUL C., EBEN H. TOOLE and VIVIAN K. TOOLE, 1948 : Effect of 2, 4-dichlorophenoxy acetic acid on seed development and germination of certain cereal and grass crops. Jour. Amer. Soc. Agron. 40 : 916—918.
   vii) 竹松哲夫, 1951 : 2, 4—Dによる本邦畑地雑草防除に関する基礎及び應用試験成績. 2, 4—D 普及会, 昭和26年.
   viii) 滝島康夫, 1950 : 2, 4—Dの雑草機構、農業及園芸、25 : 233—237.

32. 大工原銀太郎, 1901 : 作物の種類と三要素天然供給源、農事試験場特別報告12号.

Résumé

We investigated the nutritive value of several weeds on arable land which distribute commonly in Sapporo district. The results were as follows :

(1) The nutritive value of weeds with respect to nitrogen was not larger as compared with oat crops, only that of *Persicaria Blumei*, *P. lapatifolia* and *P. nepalensis* was larger than oat crops.

(2) The nutritive value respectig potash was larger in *Panicum Crus Galli*, *Setaria*

viridis and *Amaranthus retroflexus.*

(3) The nutritive value with respect to phosphoric acid was larger in *Persicaria Blumei, P. lapatifolia, P. nepalensis P. Hydropiper.* Other weeds, namely *Commelina communis* and *Amaranthus retroflexus,* have also very high nutritive value.

(4) The nutritive value of *Stellaria media* and *Spergula arvensis* was not commonly high.

甜菜根中の造蜜性非糖分特に有害性窒素について
第2報　有害性窒素の簡易検定法について

細　川　定　治*　　大　島　栄　司*

INVESTIGATIONS ON THE HARMFUL NON-SUGAR SUBSTANCES IN SUGAR BEET ROOT, WITH SPECIAL REFERENCE TO THE SO-CALLED HARMFUL NITROGEN
II. A SIMPLIFIED COLORIMETRIC METHOD FOR ESTIMATING THE HARMFUL NITROGEN CONTENT

By Sadaji HOSOKAWA and Eiji ÔSHIMA

1. 緒　　　言

甜菜より蔗糖を製造する際に於ける製糖歩止りの問題は，甜菜糖業確立のうえから重要な問題であり，この製糖歩止りについては有害性非糖分，特に有害性窒素の問題が最も大きな要素の一つであることは欧米各国の多くの報告に述べられてきた所である。現在欧米各国の甜菜製糖工場に於いては有害性窒素並びに灰分の分析が原料甜菜の品質管理上の必須事項として行われており，その分析法もいろいろと改良研究されてきたが，現在最も広く用いられているのは STANEK, PALVAS[12]の方法である。著者等はこの方法によつて種々のサンプルを調査した結果この方法は種々の点で缺陥の多いことが認められたので，これが改良法をいろいろと研究した。現在尚試験の段階ではあるが従来の方法を一部改良した著者等の方法は試験の結果良好な成績が得られたのでこゝに中間報告として発表する次第である。

本報告を草するに当りいろいろと御援助を賜つた方々に深謝する。

2. 既往に於ける研究の概要

有害性窒素の概念は1886年はじめて HERZFELD[7, 8]によつて提唱された。HERZFELD は甜菜の肥料試験を行つたものについてベタイン含量の定量法を研究して，現在の全ベタイン量に相当する燐タングステン酸による沈澱性の塩基をもつてベタイン量を指示するものとした。この研究が有害性窒素の概念を起す導因となつた最も意義ある研究の一つである。この研究に於いて HERZFELD は次の如く述べている。即ち製糖工程のうえから窒素化合物の影響を見るのに，蛋白態の窒素化合物は製糖工程中の濾過及び濃縮作業によつて除かれるので影響する所がなく，又アンモニア態窒素は蒸発作業によつて揮発するものであるから，この二者以外の窒素化合物が廃糖蜜構成の一因となるものであるとし，全窒素から蛋白態窒素とアンモニア態窒素を差引いたものをもつて有害性窒素とした。其の後 ANDRLIK[3] は甜菜の有害性窒素について詳細な研究を行つた。その定量法は，水酸化銅及び硫酸アルミナの添加によつて沈澱性の窒素化合物を除き，濾液の一部をとつてケルダール法によつて全窒素を定量し，他の一部で SCHULZ の方法によりアンモニヤ態窒素及びアミドの窒素を定量し，両者の差をもつて有害性窒素とした。この ANDRLIK の方法が現在に到る迄最も広く用いられてきた定量法である。現在でも例へば T. J, MITCHELL[9] の報告によれば，南部イングランドの甜菜について前記の ANDRLIK の方法によつて調

---

* 作物部特用作物第1研究室

査を行つている。然しこの方法は各態の窒素をいちいち別に定量するためにきわめて煩雑で手間を要するので，有害性窒素の研究が進むにつれて簡易な定量法が要望されるに至つた。VONDRAK[13] はNEUBERG, KERB[10] の方法を適用して醋酸水銀をもつて甜菜汁液中のアミドを沈澱させて定量する改良法を案出したが，これより有害性窒素としてアミノ酸及びアミドの窒素が特に注目をひき，簡単な定量法が案出されるに至つた。FRIEDLE[6] はアミノ酸及びアミドの化合物が水酸化銅によつて暗青色を呈する性質を応用して比色法を案出したが実際には不備な点が多かつた。その後 STANEK, PALVAS[12] は硝酸銅を用いてアミノ酸及びアミドの窒素を比色法によつて測定し，甜菜根100kg中の有害性窒素の瓦数を青価（blau-zahl）と称して表示の単位として比較を行つた。その後もさらに多くの人々によつて有害性窒素の定量法が研究されたが，方法的にその主なるものをあげると
AMBLER 及び SNIDER[1, 2] のニンヒドリン試薬による発色の程度の比較による方法，RIEHM[11] によるフオルマリン滴定法等がある。これらの方法はその煩雑な点や不正確な点であまり一般的には用いられるに到らず，STANEK, PALVAS の方法が現在では最も広く用いられている。この実施方法の概要を述べると，磨状菜根又は搾汁の規定量をとり常法の如く塩基性醋酸鉛を加えて濾過し，濾液の一部分をとつて回旋度を測定し，他の一部分で銅試薬を加えて比色を行う。この比色の標準液としてはグルタミン又はコバルト硫酸アンモンが使用される。

3. STANEK, PALVAS の方法の改良さるべき点

簡易定量法としての STANEK, PALVAS の方法の改良さるべき点としては次の二つが考えられる。その一つは磨状菜根の滲出汁又は搾汁に塩基性醋酸鉛を加えて濾過した際，その濾液は一般に微黄色を呈しているので，これに硝酸銅を加えて発色させたのは，標準液と比較して測定を行うことが困難であり，その結果は誤差が非常に大きくなる点，次の大きな難点と考えられるのは，塩基性醋酸鉛を加えて濾過した濾液は，できるだけ速かに銅指薬を加えて変色させて比色を行わなければ，空気中の炭酸ガスがとけこむために炭酸鉛の沈澱を生じて液が白濁してきて比色が不可能になる点である。以上の二点は比色の簡便化のために光電光度計を使用する場合，殊に大きな缺点と考えられる。著者等はこの二点の改良を目標として研究を行つた。基礎的な研究は未だ充分ではないが現在の段階でも実用的な使用には差支えないものと思われる。

4. 測定に要する試薬の調製

1) 硝酸鉛の10%溶液
2) 水酸化バリウム90gと塩化バリウム40gに水を加えて1Lとする。
3) 硝酸銅試薬（STANEK-PALVAS の試薬）
10gの再結晶せる硝酸銅を1Lのコルベンに入れ700ccの水に溶かす。これに250gの結晶醋酸ソーダを入れ室温で溶解した後1Lとしてよく振盪して濾過する。

5. 測定の實施

a) 糖分の測定 前にも述べたようにこの方法は育種面等への適用を考えて，簡易迅速を主眼として研究を行つたもので，この場合にも当然糖分の測定も併行して行われなければならない。こゝでは醋酸鉛の代りに硝酸鉛を除蛋白に用いた。糖分の測定は搾汁の一定量を採り試薬1)，2)を夫々25cc宛加えて定容とし濾過して回旋度を測定する。こゝでまず考えられるのは糖の回旋度に対するバリウム試薬の影響であるが，この点について純粋な蔗糖を用いて試験を行つた。

その結果は第1表に示した。

第1表 純粋の蔗糖に於ける回旋度

Table 1 Polarizations on pure sucrose solutions.

	100cc中の蔗糖含有量	直接回旋度 A	試薬1,2を加えた場合の回旋度 B	A − B
1	5 g	20.4	19.4	+ 1.0
2	6	23.6	23.6	0
3	7	27.8	27.8	0
4	8	31.6	31.8	− 0.2
5	9	35.6	35.4	+ 0.2
6	10	39.4	39.0	+ 0.4

	100 cc中の蔗糖含有量	直接回旋度 A	試薬1,2を加えた場合の回旋度 B	A − B
7	g 11	43.4	43.0	+ 0.4
8	12	47.6	47.0	+ 0.6
9	13	50.5	50.2	+ 0.3
10	14	53.6	53.6	0
11	15	58.2	58.1	+ 0.1
12	16	61.5	61.3	+ 0.2
13	17	65.5	65.2	+ 0.3
14	18	69.2	69.1	+ 0.1
15	19	73.0	73.0	0
16	20	77.1	76.8	+ 0.3

この結果によれば直接回旋度と試薬 1)，2）を加えた場合の回旋度の差は殆んど誤差の範囲内と認められ，回旋度に対する試薬の影響は殆んどないものと言い得る。次に採種用母根の抽苔せるものを試料として調査を行つた。その結果は第 2 表に示した。即ちこゝでも第 1 表に示した同様な結果が確認された。糖分を算出する時はその差は殆んど小数点以下であり，本法は糖分検定の方法としても従来の方法に比較して全く同じ程度の精度をもつことが認められ，その濾液は着色が全くなく而も長時間放置しても安定である。

第 2 表　甜菜搾汁の回旋度及び糖分

Table 2 Polarizations and sugar contents on pressed juices of sugar beets by the ordinary method and the authors' method.

	更正 Brix	常法回旋度	同上糖分	試薬1,2を加えた場合の回旋度	同上糖分
1	12.6	40.0	10.89	39.3	10.69
2	11.0	33.5	9.16	33.1	9.06
3	11.8	35.8	9.75	35.5	9.67
4	12.0	36.3	9.90	36.2	9.87
5	10.9	33.1	9.06	32.8	8.97
6	11.8	34.2	9.32	34.6	9.43
7	10.2	34.9	9.59	34.9	9.59
8	11.8	31.8	8.66	31.7	8.64
1	14.4	41.4	11.18	40.7	10.97
2	13.6	44.3	12.01	43.7	11.84
3	12.2	45.8	12.47	45.8	12.47
4	13.4	39.8	10.78	39.1	10.60
5	12.1	27.5	7.49	27.5	7.49
6	10.1	39.5	11.15	39.9	11.26
7	12.5	40.3	10.99	40.1	10.94
8	12.2	31.9	8.69	31.8	8.66

第 3 表　純粋のアミノ酸及びアミドの比色測定値

Table 3 Results of measurements by the colorimetric method on pure amino-acids.

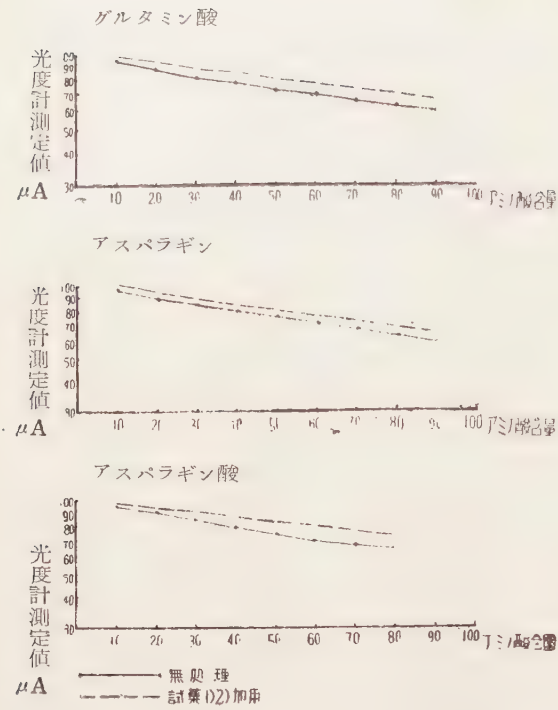
100cc 中のアミノ酸及びアミド含量	光電光度計測定値 無処理	光電光度計測定値 試薬 1), 2) 加用
グルタミン酸		
0	100.0	100.0
10	95.0	98.0
20	86.4	94.5
30	81.0	89.0
40	78.0	85.0
50	72.0	80.0
60	70.0	76.0
70	65.0	73.0
80	62.5	70.0
90	60.0	67.0
アスパラギン		
0	100.0	100.0
10	96.0	98.5
20	88.0	93.0
30	84.0	88.0
40	78.0	82.0
50	74.0	79.5
60	70.0	74.0
70	66.0	71.0
80	62.0	67.0
90	58.0	65.0
アスパラギン酸		
0	100.0	100.0
10	96.0	97.0
20	91.0	94.0
30	84.5	93.0
40	79.0	88.0
50	74.0	84.0
60	70.0	80.0
70	68.0	77.0
80	65.0	74.0

第 1 図 純粋のアミノ酸及びアミドの比色測定値

Fig. 1 Results of measuremenuts by the colorimetric method on pure amino-acids.

b) 有害性窒素の測定 甜菜根中の有害性窒素の主成分であるアミノ酸及びアミド，こゝではグルタミン酸．アスパラギン及びアスパラギン酸の純粋なものを一定量宛階段的にとり定容とし，一方では試薬 3) により直ちに発色せしめ，他方ではこれに試薬 1)，2) を加えたものを濾過してこの濾液の一定量に試薬 3) を加えて発色せしめた。比色はＥＰＯ－Ａ型日立光電光度計を用いた。その結果は第 3 表及び第 1 図に示した。一般に濃度と光度計の透過率の関係は $C=\frac{I}{K}\log P$ (C：濃度，K：常数，P：メーターの讀みμA) なる公式によつて示される。今第 3 表の成績を対数グラフによつて図示した第 1 図によると，無処理発色の場合と試薬 1)，2) を加えて濾過して発色した場合では三つの場合とも殆んど平行関係にあるので，アミノ酸含量の多少は本法にて完全に測定し得る。但しアミノ酸含量の少ない場合は測定値は極めて接近する。尚，無処理と試薬 1)，2) を加えた場合の測定値の間には常にある程度の差があり，この差はアミノ酸がバリユウムの沈澱に吸着されるためか，或いは透過率の差に基づくかは明らかではない。これは Stanek-Palvas の方法によつた場合も同様である。この点は更に研究しなければならない。尚測定値（μA）は光電光度計の精度の高い測定範囲である 30μA－70μA がこの図によつても最もよいように思われる。次に甜菜根の搾汁について調査を行つた。使用したサンプルは糖分の測定に用いたものと同じである。即

第 4 表 Anderlik法及び比色法による甜菜搾汁の有害性窒素の測定値

Table 4 Analytical results of harmful nitrogen on pressed juices of sugar beet by the Anderlik's method and the authors' method.

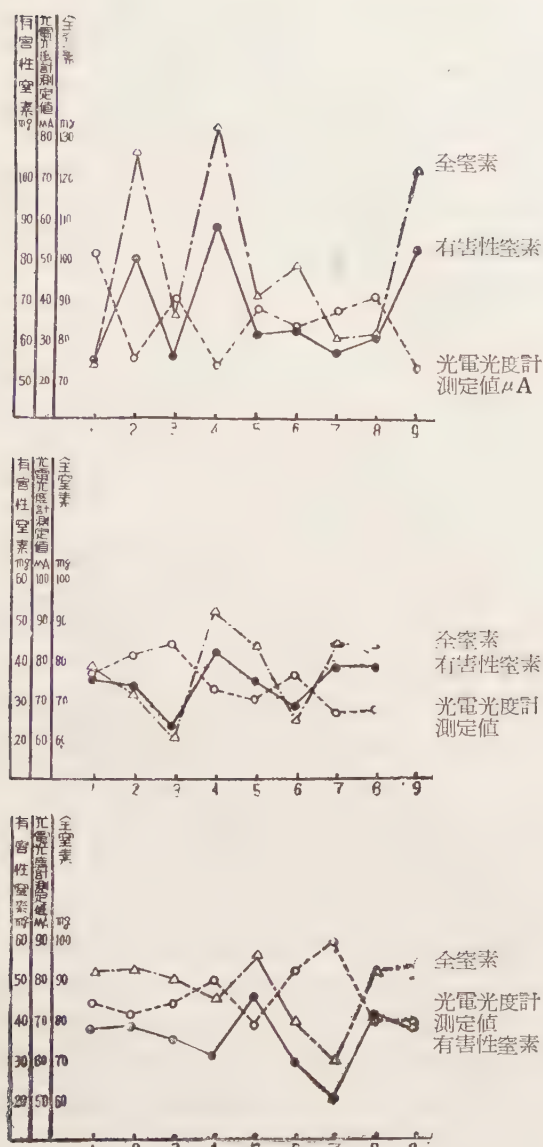
	全窒素	蛋白態窒素	アマイド及びアンモニヤ態窒素	有害性窒素	光電光度計測定値 μA
1	74.74	43.82	5.74	25.18	82.0
2	127.06	60.47	14.99	51.60	55.0
3	86.97	52.66	7.49	26.82	71.5
4	134.54	59.79	15.27	59.46	53.0
5	91.73	51.98	9.17	30.58	69.0
6	98.52	52.66	12.12	33.74	64.0
7	81.54	48.24	6.44	26.86	68.0
8	82.21	44.50	5.67	32.04	72.0
9	124.31	57.41	8.33	58.60	54.0
1	78.27	36.28	6.48	35.51	76
2	72.02	34.24	3.48	34.28	81
3	60.34	34.24	3.05	23.05	84
4	92.69	46.20	3.05	43.44	73
5	82.89	36.28	4.97	33.93	70
6	64.41	34.24	2.72	27.45	76
7	84.25	40.22	6.00	38.03	66
8	84.25	40.22	5.26	38.77	67
1	90.18	46.34	6.19	37.65	74
2	93.09	48.24	6.16	38.69	72
3	90.03	48.24	6.38	35.41	75
4	84.93	47.15	5.89	30.89	79
5	96.48	44.30	6.38	45.80	68
6	78.82	43.21	7.36	28.25	82
7	68.43	43.08	6.76	18.59	89
8	91.73	44.98	6.49	40.26	69
9	93.09	47.83	7.85	37.41	68

第2図　ANDRLIK　法及び比色法による甜菜搾汁の有害性窒素の測定値

Fig. 2 Analytical results of harmful nitrogen on pressed juices of sugar beet by the ANDRLIK'S method and the authors' method.

ち同一の搾汁について一方では ANDRLIK の方法によつて間接的に有害性窒素を測定し，他方では試薬 1)，2) を加えて濾過し銅試薬によつて発色せしめて光電光度計によつて測定した。その結果は第 4 表及び第 2 図に示した。即ちこの結果によれば ANDRLIK の方法による有害性窒素の価と光電光度計による測定値の間には高い比例相関々係が認められるので本法は簡易定量の目的には充分かなうものと思われる。

6. 考　　察

有害性窒素測定法の要点はその実際的な面からして簡易迅速ということであり，従来の研究もこの点に主眼をおいて行われてきた。特に H, W, DAHLBERG[4, 5] の報告によれば育種面に於けるこれらの非糖分の問題が強調せられており，育種のための個体，系統，品種等を取扱う場合には簡易定量法が強く要望される訳である。著者等の改良法は従来の方法に比較すればこの目的により多く適うものであり，かつ試薬 1)，2)を加えて濾過した液は着色が全くなく長時間放置しても安定であるので大量取扱にも都合がよく，正確度に於いても勝つているように思われる。本報告では光電光度計の測定値（μA） に対する有害性窒素の表示については省略せられているが，これはバリュムの沈澱によるアミノ酸の吸着の有無，或いは比色液の透過率の問題等を調査中であるからこの点将来更に補わなければならない。

摘　　要

1)　著者等は有害性窒素の定量法として従来最も広く使用されている STANEK-PALVAS の比色法の改良について研究を行つた。その結果，改良された著者等の方法は従来の比色法に較べて簡便で精度が高く，育種面栽培面等に於いて広い適応性をもつものと思われる。

2)　著者等の使用した試薬は次の如くである。

試薬（1）　硝酸鉛の10％溶液

試薬（2）　水酸化バリウム90g 塩化バリウム40g を水 1L に溶解せるもの

試薬（3）　10g の硝酸銅と 250g の酢酸ソーダを水 1L に溶解せるもの

3)　純粋な蔗糖及び甜菜の搾汁につき常法と著者等の方法により，回旋度及び糖分の比較を行つた。その結果によれば著者等の方法は常法に較べて同程度の精度をもつ。

4)　有害性窒素の主成分であるアミノ酸及びア

ミドを一定量宛取り光電光度計により比色を行つた。直接銅指薬を加えた場合と，試薬 (1) (2) を加えた場合の値測定 μA との間には原行関係があり，測定値 μAの間の差は僅少である。

5) 甜菜の搾汁を用いて ANDRLIK の方法及び著者等の比色法によつて有害性窒素の定量を行つた。両法の値には完全な相関々係が認められた。

参考文献

1) AMBLER, J. A., 1927 : Intern. Sugar J., 29, pp. 382- 385, pp. 437-441.

2) AMBLER, J. A. and SNIDER, J. B., 1932 : Ind. Eng. Chem. anal. Ed., 4, p. 37.

3) ANDRLIK, K., 1910 : Zts. Zuckerind. Bohmen., p. 567.

4) DAHLBERG, H. W., 1942 : Proc. Amer. Soc. Sugar Beet Tech., pp. 322-325.

5) DAHLBERG, H. W., 1949 : Proc. Amer. Soc. Sugar Beet Tech., pp. 137-138.

6) FRIEDLE, G., 1911 : Osterr-ung. Zts. Zuckerind., 40, pp. 274-384. (Chem. Abst., 5, p. 3179).

7) HERZFELD., 1884 : Zts. Ver. Ruberzuckerind Deut. Reiches., p. 121 (Rumpler. A., 1898 : Nichtzucker stoff in Ruben).

8) HERZFELD, A., 1888 : ditto, p. 59 (ditto).

9) MITCHELL, T. J., 1951 : Intern. Sugar J., 53, p. 137.

10) NEUBERG. C. und KERBES, J., 1912 : Biochem. Zts., 40, pp. 498-512 (Chem. Abst., 6, p. 2091)

11) RIEHM, H., 1935 : Zts. Ver. Deut. Zucker-ind., 55, pp. 381-393.

12) STANEK, V. und PAVLAS, 1, P., 1934-1935 : Zts. Zuckerind. cechoslovak. Rep., 59, 129-142.

13) VONDRAK, 1, J., 1926-1927 : Zts. Zuckerind. cechoslovak. Rep., 51, pp. 261-271.

Résumé

1. Authors studied the STANEK-PALVAS colorimetric method for analysis of the harmful nitrogen, in sugar beet which had been used most widely.

Consequently, improved electro-photo-colorimetric method was devised, using the Barium salt reagent and lead nitrate as the precipitant of protein and others. This method was more accurate and simple, and more applicable for breeding and cultivation than the STANEK-PALVAS. method.

2. Following reagents were necessary for this improved method.

Reagent (1) 10 per cent solution of lead nitrate.

Dissolve 100 grs. $Pb(NO_3)_2$ in 1000cc. of distilled water.

Reagent (2) Barium mixture solutiion.

Dissolve 90 grs, of $Ba(OH)_2$ and 40 grs. of $BaCl_2$ in 1000 cc. of distilled water.

Reagent (3) Copper nitrate solution.

Dissolve 10 grs. of $Cu(NO_3)_2$ and 250 grs. of CH_3COONa in 1000 cc. of distilled water.

3. The authors' method was compared with clearification of usual sugar analysis, and the reagents of the authors' methed had no effect on polarization of pure sucrose solution and sugar beet juices. As results of these experiments, it was fouud that the authors' method was fully as accurate as the usual analytical method.

4. Taking each the regular amount of amino acid and amide which were chief ingredients of harmful nitrogen, authors studied the colorimetric method using iHITACHI's electro-photocolorimeter. Judgng from results, there were parallel relations between the measurement values of the author's method and the values measured directly adding copper nitrate reagent. The difference between the two values was little.

5. Authors performed the experiments on the harmful nitrogen, using pressed juices of sugar beets, by ANDRLIK's and authors' method. A high correlation was found between results by the two methods.

食用南瓜の品質鑑定上の簡易方法†

SIMPLE METHOD OF DETERMINING QUALITY OF EDIBLE SQUASHES AND PUMPKINS

By Hiroshi HAYASE

早　瀬　廣　司*

緒　　言

南瓜の優良系統を選抜するためには品質を調査する必要がある。その方法として一時に多数の南瓜を食味するが，仲々正確な決定が困難である。本試験の目的は，(1)多くの南瓜の中から直接食味をすることなくまずい南瓜を淘汰し，(2)甘味の程度を数で表示し，比較検討できる簡易な方法を求むることにある。

材料及び方法

供試材料は当農業試験場で自殖又は育成した3種の栽培南瓜及びその種間雑種である。乾物量の測定には果実の中央部を50又は100grの大さに切つて95°Cに調節した通風乾燥器に入れ，一定重量になるまで乾燥させて行つた。可溶性固形物示度は南瓜の中央部の外皮，果皮をなるべく均一におろしがねでおろし，ガーゼでしぼつて汁を採り屈折計の目盛を読んだ。品質の調査は南瓜の切口に系統番号と個体番号を墨汁で書き入れ，蒸して同じ5人の者が食味して優，良，可及び不可の4階級に類別して比較を行つた。

試験成績

1. 乾物量と可溶性固形物との關係

調査した南瓜の乾物量と可溶性固形物との関係を第1表に示した。乾物量は4から28%まで分布し，モードは15%の処にある。

乾物量の高いものには *C. maxima* では「栗南瓜」の25,9%，「デリシヤス」の24.1%，「芳香青皮」の26.5%，*C. moschata* では「小菊」の23.3%，*C. pepo* では "Delicata" の21.2%で食味の優良な南瓜である。

これに対し乾物量の低いものとして *C. maxima* では "Mammoth Pumpkin" の5.9%，*C. pepo* では "White Bush Scallope" の 4.5%，"Gourd" の 5.1% 等が属し，食味不良で，飼料用や愛玩用としてのみ用いられる。

他方可溶性固形物示度の分布は2から20までで その順位は大体乾物量と同じである。即ち可溶性固形物の高いものとして *C. maxima* では「栗南瓜」15.8,「芳香青皮」16.0であり，*C. moschata* では「小菊」14.2,「会津小」15.8, なお *C. pepo* では "Delicata" の20.0で，食味優良のものである。低い可溶性固形物のものには *C. maxima* のうち "Mammoth Pumpkin" 4.2, *C. pepo* の "Gourd" 2.0 等がある。

かように乾物量の多いものは可溶性固形物の示度が高い。この両者の相関係数 $r=+0.614^{**}$ (F=467) で1%の危険率で有意義である。第2表は種別，品種別の相関係数を示したもので，何れも高い相関が認められる。

しかし *C. maxima* の "Mammoth Pumpkin" だけが相関が低い ($r=+0.143$)。これは調査個体数が少ないこと，その変異の範囲の狭いためで唯一の例外であつた。

---

† 本研究の要旨は昭和27年4月4日開催の園芸学会平塚春季大会に於て発表

* 作物部園芸作物研究室

第 1 表　3 種の栽培南瓜の乾物量と屈折計示度との関係

Table 1 Relationship between dry matter content and refractometer reading in three cultivated Cucurbits.

屈折計示度 ＼ 乾物量	4.0–6.0	6.0–8.0	8.0–10.0	10.0–12.0	12.0–14.0	14.0–16.0	16.0–18.0	18.0–20.0	20.0–22.0	22.0–24.0	24.0–26.0	26.0–28.0	計
2.0–3.0	1												1
3.0–4.0	3	1	1	1									6
4.0–5.0	3	4	2										9
5.0–6.0	1	6	6		4		1						18
6.0–7.0	1	6	6	2	1		1	1					18
7.0–8.0		4	8	4		1	1						18
8.0–9.0		1	10	9	5	2	3	1					31
9.0–10.0			6	23	16	4	3	3	1				56
10.0–11.0			1	12	24	19	3	3					62
11.0–12.0		1	2	6	27	27	6	5	3	1			78
12.0–13.0		1		1	5	22	17	11	9	2			68
13.0–14.0				2	3	13	12	10	14	2			56
14.0–15.0			1		1	3	3	9	5	3	3	2	30
15.0–16.0								1	7		2		10
16.0–17.0										1	2	2	5
17.0–18.0							1		1				2
18.0–19.0													
19.0–20.0													
20.0–21.0									1				1
計	9	24	43	60	86	91	51	44	41	9	7	4	469

第 2 表　南瓜の乾物量と屈折計示度との相関係

Table 2 Correlation between dry matter content and refractometer reading in the genus *Cucurbita*.

種	品　　種	自由度	相関係数	危険率（P）
C. maxima	デリシヤス	211	0.841	0.01 以下
	栗南瓜	69	0.807	0.01 以下
	竹内	10	0.787	0.05 以下
	小田栗及び中村早生	9	0.712	0.05 以下
	赤バナヽ	3	0.909	0.01 以下
	芳香青皮	3	0.726	0.20>P>0.10
	Mammoth Pumpkin	3	0.143	0.70>P>0.60
	合計	320	0.833	0.01 以下
C. moschata		20	0.779	0.01 以下
C. pepo		74	0.773	0.01 以下
C. maxima×*C. moschata*		47	0.756	0.01 以下
	總計	469	0.614	0.01 以下

2. 品質と乾物量との關係

南瓜の品質は甘味，苦味，臭気，粘度，纖維の多少，水分等の種々の要素が複雑に混合したもので，その判定は個々人により異なるものである。しかし食味した5人とも大別した優，良，可及び不可の判定は大体同じであつた。品質と乾物量の関係は第3表で乾物量の高い果実は食味優良である。その関聯係数（Contingency coefficient）の x^2 の値は何れも1％の危険率で有意義な関係が認められる（第4表)。次に食味の優には5点，良には4点，可には2点，不可には1点の値をつけ全調査材料につき計算した相関係数 $r=+0.227^{**}$（$F=329$）であつた。

第3表　品質と乾物量との相関

Table 3 Correlation between quality and dry matter content.

(A) *C. maxima*

(a) 栗南瓜

品質	乾物量											計
	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	26.0	
優				1	2	4	1	2	2	1		13
良				1	4	4	1					11
可			6	5	2	3	3	1				20
不可	2	11	7	2	2							24
計	2	11	13	9	10	11	5	3	2	1		68

(b) デリシヤス

品質	乾物量											計
	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	26.0	
優			1		3	4	6	9	2	2		27
良			2	13	11	6	6	5	1			44
可	1	10	18	20	20	4	5	3				81
不可		4	3	10	2							19
計	1	14	24	43	36	14	17	17	3	2		171

(c) 合計

品質	乾物量												計
	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	26.0	28.0	
優			1	3	8	9	7	13	6	5	2		54
良			2	14	16	11	8	6	1				58
可	1	10	24	27	23	7	8	4					104
不可	2	17	11	13	5								48
計	3	27	38	57	52	27	23	23	7	5	2		265

(B) *C. maxima* と *C. moschata* との種間雑種

品質	乾物量											計
	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	26.0	28.0	
優										1		1
良				1	1	3	5	2	2	1		15
可		1	1	7	5	5	4	1				24
不可	2	3	3	1								9
計	2	4	4	9	6	8	9	3	2	2		49

（C） 栽培南瓜の總合計

品質	乾物量 6.0	8.0	10.0	12.0	1.40	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	26.0	28.0	計
優			1	3	11	12	8	14	7	5	3		64
良			2	14	19	12	12	12	3	2	1		77
可	1	10	26	28	33	13	13	8	1				133
不可	2	19	14	17	5								57
計	3	29	43	62	68	37	33	34	11	7	4		331

第4表 関 聯 係 数

Table 4 Contingecy coefficient. (a) Between dry matter content and quality.
(b) Between refractometer reading and quality.

種	品種	(a) 乾物量と品質 自由度	x^2	(b) 屈折計示度と品質 自由度	x^2
C. maxima	栗南瓜	27	67.77**	30	75.39**
	Delicious	27	120.55**	27	117.68**
	合計	30	158.98**	33	178.83**
C. maxima × *C. moschata*		27	67.98**	33	91.43**
	總計	30	178.49**	33	229.33**

3. 品質と可溶性固形物示度との關係

乾物量と同様，食味優良の南瓜は可溶性固形物の示度が一般に高く，まずいものは低い傾向がある（第5表)。乾物量よりも分布範囲が広く，何れの系統，種でも関聯係数の自由度が高く，「デリシヤス」系統以外は何れも x^2 の値が大きくなつている

第5表 品質と屈折計示度との相関

Table 5 Correlation between quality and refractometer reading.

(A) *C. maxima*

(a) 栗南瓜

品質	屈折計示度 5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	計
優							2	3	3	4	1		13
良						1	3	3	4				11
可					5	1	7	4	1				20
不可	5	2	2	9	3	1	1	1					24
計	5	2	2	9	8	3	13	11	8	4	1		68

(b) デリシヤス

品質	屈折計示度 6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	計
優						3	6	8	6	1	3		27
良			1	1	4	13	13	5	5	2			44
可		3	7	18	16	16	11	7	2	1			81
不可	3		3	3	4	5	1						19
計	3	3	11	22	24	37	31	20	13	4	3		171

（c） 合　計

品質	屈折計示度 5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	計
優					1		11	11	12	12	3	4		54
良				1	1	6	16	18	9	5	2			58
可			3	9	24	18	24	15	8	2	1			104
不可	5	5	3	12	8	6	7	2						48
計	5	5	6	22	34	30	58	46	29	19	6	4		264

（B） *C. maxima* と *C. moschata* との種間雑種

品質	屈折計示度 5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	計
優												1		1
良						3	2	2	5	2	1			15
可				2	4	7	4	4	3					24
不可	1		3	2	3									9
計	1		3	4	7	10	6	6	8	2	1	1		49

（C） 南瓜全材料

品質	屈折計示度 5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	計
優					1	1	12	12	15	15	3	5		64
良				1	1	11	18	20	14	7	5			77
可			3	11	30	26	28	20	12	2	1			133
不可	6	5	6	14	11	6	7	2						57
計	6	5	9	26	43	44	65	54	41	24	9	5		331

(第4表)。又品質と可溶性固形物示度との相関係数 r＝＋0.519** (F＝329)[1] となり，乾物量との相関係数よりも高くなつている。

考　　察

南瓜の品質に，成熟日数と系統との何れが大きく影響を及ぼすものかについて，Yeager and Latzke (1932) は *C. maxima* の "Buttercup" の数株を果別に開花日を記録し，すべて9月11日に収穫し，その化学成分を分析した。その結果3～5週間の熟度の差よりも株の相違の方が成分に影響することを報告している。

南瓜の化学成分と品質との関係に就ては数人の研究がある。就中，Culpepper and Moon (1945) が広範にして詳細な研究を行つている。彼等は3ケ年に亘つて3種の栽培南瓜36品種の開花日から成熟期，更に貯蔵期間のあらゆる齢の南瓜を化学分析し，又品質も調査した。分析の7成分中5主要成分について含量の順位は大体一致している。その一致係数WとF₀とを計算した結果，W＝0.901 F_0 ＝9.279 (n_1＝33, n_2＝99；F^{30}_{80} (0.01)＝1.94) となり，乾物量の順位は他の4成分含量の順位と1％の危険率で一致している。

次に今まで報告されている南瓜の化学成分の間の相関関係を調査した（第6表)。その結果乾物量可溶性固形物と他の主要成分――全糖，澱粉，窒素，粗纖維――との相関が高い。南瓜の成分の大部分は水分で84～95％位である。乾物量は水分を引き去つた残りで，その50％内外は全糖，澱粉の如き炭水化物で，10％内外は粗蛋白質である。それ故南瓜の品質は水分含量の多少と関係があり，食味優良の南瓜は水分の少ないもの，即ち乾物量

1) 1952年 *C. maxima* 6系統の調査では r＝＋0.527** (自由度) となり、前年同様品質と可溶性固形物との相関が高かつた。

の高いものである。従つて乾物量の高いものを選抜することは全糖，澱粉等の主要成分の多い果実を選抜したことになる。しかし乾物量の測定は次の如き三つの欠陥をもつている。

第6表　南瓜の化学成分の間の相関関係

Table 6 Correlation among the main chemical composition of Cucurbits.

（A）　3種の栽培南瓜36品種の相関関係

	全糖	澱粉	全糖及澱粉	總窒素	硝酸態窒素	屈折計示度	自由度
乾物量	0.831**	0.911**	0.976**	0.943**	0.054	0.908**	34
屈折計示度	0.964**	0.751**	0.884**	0.859**	−0.174	—	34

研究者　Culpepper and Moon (1945)

（B）　*C. maxima*　「土平」

	還元糖	非還元糖	全糖	澱粉	澱粉及び非還元糖	全糖及び澱粉	粗蛋白質	自由度
乾物量	− 0.075	0.836**	0.726*	0.930**	0.964**	0.973**	0.613	6
屈折計示度	− 0.074	0.758**	0.623	0.835**	0.942**	0.893**	0.760**	6

1)　0.1＞P＞0.2　　2)　0.10＞P＞0.05

研究者　畫田・千石 (1943)

（C）　*C. moschata*

	還元糖	非還元糖	全糖	澱粉	全糖及び澱粉	粗繊維	灰分	比重	生体硬度	自由度
乾物量	−0.179	0.701**	0.478*	0.910**	0.970**	0.714**	0.057	0.931**	0.636**	17

研究者　横山 (1935)

第1に試料の番号が乾燥により不明になり易い。果実の肥大期に鉛筆又は鉄筆で系統番号，個体番号の切創を入れ，コルク状に浮きあがらせた処を試料にすれば間違うことがない。かようなコルク化の番号のない果実には外皮上又は切口に墨汁で番号を記入し，乾燥後その試料が不明となつた場合が多かつた。

第2に重量を測定する時間が相当かかる。

第3には乾燥するまでに要する時間が法外にかかるため，試料を入れる乾燥器が沢山必要となる。

他方，可溶性固形物の測定は果実の一部をおろしがねでおろしてガーゼで汁をとり，屈折計のプリズムの上に2，3滴おとして示度を読めば良い。従つてその方法は至極簡単で測定時間が少なくて済む。しかも品質との相関に於ても可溶性固形物示度の方が乾物量よりも高く，それだけ信頼できる。本試験に於て調査した330試料中，可溶性固形物の示度10以下の果実で食味優良のものは僅か3個に過ぎなかつた。従つて示度10を淘汰の限界として選抜することにすれば，食味優良の果実を捨てる危険率は1%であり，可33%，不可75%をすてることになる。それ故食用南瓜の品質鑑定の予備方法として先ず可溶性固形物示度10以下のものを捨て，10以上の果実に就き厳密な食味を行うことにすれば，能率的に淘汰を行うことができる。

摘　　要

1. 南瓜の実際育種に於て最も重要な問題の一つである品質鑑定上の適当な方法を求めるため本研究を行つた。

2. 乾物量と南瓜の果汁の可溶性固形物との間の相関関係が高い (第1, 第2表)。

3. 今まで報告された数篇の論文に基づいて品質と化学成分との間の相関関係を調査した(第6表) その結果乾物量及び可溶性固形物は品質を支配する重要な要素であつた。

4. 乾物量の高い南瓜を選抜するようにすれば，低い乾物量のものを選ぶよりも容易に食味優良の果実を得ることができる (第3表)。乾物量の決定には次の3の欠陥がある。(a) 試料の目印が

乾燥により不明となり易い。(b) 重量測定に時間が多くかかる。(c) 乾燥に必要な時間が法外なものである。

5. 他方可溶性固形物示度測定は簡単で，品質との相関が高く信頼できる ($r=+0.519^{**}$, $F=329$) (第5表)。

6. 実際育種に於て可溶性固形物示度10以下の果実を捨てるようにすれば，淘汰の対象となつた南瓜は大抵まずく，優良な食味の場合は1％以下である。かような予備的淘汰に合格した果実は更に厳密な調査を行うようにすれば良い。

終りに臨み御指導を賜つた作物部長吉野至徳技官並びに当研究室長宮下揆一技官に対し心から感謝する。

参考文献

1) Culpepper, C. W. and Moon, H. H. 1945: Differences in composition of the fruit of the Cucurbita varieties at different ages in relation to cultinary use. Jour. Agr. Res., 71; 111-136.

2) Cumming, M. B. and Stone W. C. 1921: Yield and quality in Hubbard squash. Vermont Agr. Exp. Sta. Bull. 221; 1-48.

3) 豊田 栄・千石正乃夫 1943: 洋種南瓜 (*Cucurbita maxima* Duch.)の果実成分に関する研究(第1報). 園芸学会雑誌, 14巻, 241—250.

4) Lana, E. P. and Tischer, R. G. 1951 : Evaluation of methods of determining quality of pumpkin for canning. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 58 ; 274-278.

5) Yeager, A. F. and Latzke, E. 1932: Buttercup squash, its origin and use. North Dak. Agr. Exp. Sta. Bul. 258; 1-9.

6) 横山甫正 1935: 南瓜 (*Cucurbita moschata* Duch.) の風味に関する生化学的研究，農業及園芸 10巻, 2563-2572.

Résumé

In the present study, an attempt has been made to find an adequate method for determining quality, which is one of the most important matters in the practical breeding of squashes and pumpkins.

The dry matter content is well correlated with the refractometer reading of the juice in squashes and pumpkins (Table 1 and 2).

The correlations between quality and chemical composition, based on several previous works, indicated that dry matter content and refractometer reading were the important factors affecting quality (Table 6).

A desirable high quality may be obtained more easily with squashes and pumpkins possessing high dry matter contents than is possible if the dry matter content is at lower levels (Table 3). But determination of dry matter content has three following disadvantages.

(a) The mark of the sample is apt to be obscured by drying.

(b) The weighing operations are time consuming.

(c) The time necessary for drying is excessive.

On the other hand, the refractometer reading is simple and reliable, because a highly significant correlation is found between the refractometer reading and quality ($r=+0.519^{**}$, $F=329$; Table 5).

In the practical breeding, the fruits which have the refractometer reading below 10 may be discarded, for fruits so discarded are of low quality in most cases. The fruits that have passed the preliminary selection should be subjected to further testing.

馬鈴薯天狗巣病とその寄主範圍について

田中一郎* 成田武四*** 大島信行** 後藤忠則**

WITCHES' BROOM OF POTATOES IN HOKKAIDO AND ITS HOST RANGE

By Ichiro TANAKA Takeshi NARITA
Nobuyuki OSHIMA and Tadanori GOTO

緒 言

馬鈴薯の天狗巣病は1932年檜山地方に発生して以来，最近に至るまで著しい発生は認められなかつた。然るに1950年農林省馬鈴薯原々種胆振農場に於て本病が多数発生し各方面の注目を集め，早急の解決が望まれている。本病の病原はバイラスであつて，欧米に於ても Potato Witches' Broom, Potato Wilding 或は Semi-wilding (SMITH, 1937) として知られているが，その性質については未だ不明の点が多い。我々はかゝる見地から1950年以来研究を進めているがここには北海道に於ける発生状況とその寄主範囲について報告する。尚これらの問題については既に一部講演によつて発表した処である（田中・大島・後藤, 1952；田中・成田・大島・後藤, 1952)。

本研究に当り有益な示唆を與えられた北海道大学福士教授並びに村山助教授に深く感謝の意を表する。又調査に当り種々御配慮を賜つた元馬鈴薯原々種膽振農場長佐藤技官並びに現場長塩田技官に深く感謝する。

研 究 史

馬鈴薯天狗巣病については詳しい研究は少なく多くは簡単な記載にすぎない。これは本病が一時的に大流行しても長く害を及ぼすことが少ない爲かも知れない。

YOUNG & MORRIS (1928) によればモンタナ農業試験場に於て馬鈴薯天狗巣病の研究は既に1915年から始められ当時は *Rhizoctonia* による病害と区別されなかつたようである。然しその記錄によれば，これが確かに天狗巣病であり，塊茎によつて傳染することが分つていたという。然るに1920年以後はこの病害が経済的に重要性がないという理由で一旦觀察が中止され，1925年から1928年まで再び研究が行われた。それは1925～1927年の間にこの病害が大いに流行したからで，10～17%の被害があり，ワシントン州では30エーカーの畑が100%の被害を受けたということである。

その間この病害は WHIPPLE (1919), BISBY & TOLAAS (1920), CUTLER & SANFORD (1921), McKAY (1922), COONS & KOTILA (1923) 及び SANFORD (1924) により記載された。又 HUNGERFORD & DANA (1924) は馬鈴薯天狗巣病の病徴を詳細に記載した。DANA (1925, 1926) はワシントン農業試験場に於て蚜虫と接木による接種試験を行い両方法により陽性の結果を得た。McLARTY (1925) はイギリス領コロンビヤに於ける馬鈴薯天狗巣病の被害について報告した。CUTHBERTSON (1925) は Potato wilding の病徴を記載した。

JACZWSKI (1926) はロシヤにおけるこの病害を記載した。これによれば該病はアメリカのそれと稍異り必ずしも萎縮縮緜せず莖が円筒形である以外は健全植物と変らない。又開花せず，気中塊莖なく，地中の塊莖は豌豆大である。発生は常ならず主として輸入品種に発生する。尙アメリカで発生するものは後述する北海道の天狗巣病と同様のものである。

YOUNG (1927), YOUNG & MORRIS (1928) は本病が接木により馬鈴薯及トマトに傳染することを証明した。然し汁液接種及蚜虫並びに Mealy bug による接種では否定的結果を得た。その後 EASTHAM (1928) がこの病害について報告し，1929年には YOUNG が本病を接木により煙草 (White flowering tobacco) に傳染した。

KUNKEL (1928) は接種試驗により馬鈴薯天狗巣病がエゾギクの萎黄病と異ることを示した。その後，彼 (1942) は馬鈴薯天狗巣病罹病ニチニチソウが42°C, 14日

---

* 病理昆虫部
** 同病理研究室
*** 道立農試病虫部

以上の処理により治癒することを報じ，1945年には2cm以下の罹病塊茎が36°C，6日処理で治癒することを述べた。更に彼（1952）はアルフアルフアの天狗巣病が馬鈴薯の天狗巣病と異ることを報じた。

我が国に於ては福士（1938）が本病について他のバイラス病と共に紹介した。

北海道に於ける發生狀況

北海道に於て馬鈴薯天狗巣病は稀に発生していたものゝ如く，1932年には檜山郡厚沢部村に於て「メイ・クイーン」に発生しその標本が本農業試験場に保存されている。当時発生地の馬鈴薯は総て掘取り燒却したという。その後，本病はあまり注意されなかつたが，1948年に至り札幌郡広島村に発見され，翌1949年には同村にある農林省馬鈴薯原々種中央農場に発生が認められた。更に1950年には以上の外，勇払郡安平村並びに同村にある農林省馬鈴薯原々種胆振農場，厚真，訓子府，女満別及び置戸等の町村に発生が認められた。然しその後の調査によれば安平村以外の町村に於ける発生は安平村の農場から移入された罹病薯の発病であつて蔓延の傾向なく，発生も散発及び痕跡程度であつたようである。当時は一般に品種「男爵薯」に多く発生した。当時の発生地を図示すれば第1図の通りである。一方，安平村の農家圃場では既に古くより発生した病害で，農家ではこれを「盆栽」と称しているということである。又1950年の

第1図　1950年度馬鈴薯天狗巣病発生地

Fig. 1　The distribution of potato witches' broom in Hokkaido in 1950.

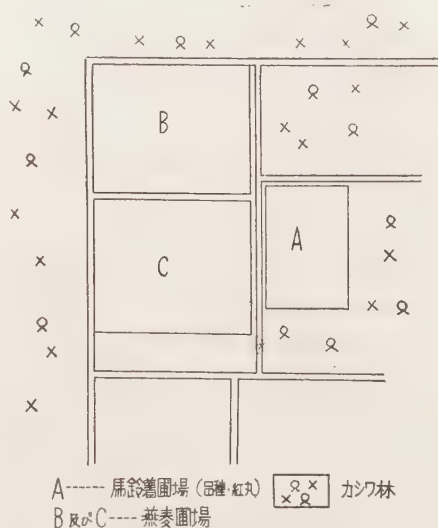
調査時，同村の原々種農場の一圃場（品種「紅丸」）では少なくとも0.5%の発生があつた。1951年には更に多数の町村に本病が発生したが，これらは総て前記農場産の種薯を用いた場所のようである。1952年には北見地方で大発生が伝えられたが真症は極めて少なく偶々健全株の枝條が多かつた為天狗巣病と誤認されたものである。この場合もその種薯は前記農場産のものであつた。以上から馬鈴薯天狗巣病の発生地は目下の処極めて限定されている。

第2図　馬鈴薯圃場環境図

Fig. 2　The environment of the potato field.

胆振原々種農場に於ける1950年度の発生状況を述べると次の如くである。この農場は1947年林地を開墾して設けられ，馬鈴薯は1949年初めて前年秋他地方から購入されたものが栽培された。然し1949年には馬鈴薯の天狗巣は圃場調査員の目にとまらなかつたということである。しかるに1950年多数の天狗巣病罹病株が発生した。今一例として先述の0.5%の罹病率を見た「紅丸」の圃場について見るにその環境は第2図の通りである。この圃場は図の如く隔離されて居り圃場Aの前作は緑肥大豆，B及びCの前作は緑肥大豆，飼料用かぶ，赤クロバー及び燕麦等である。尚これらの圃場は1949年初めて作物が栽培された。従つて前に栽培された作物によつて馬鈴薯天狗巣病が移入されたとは考え難い。然るに1950年8月末までには

多くの初感染株と思われるものを発生した。無論，種薯として使用した「紅丸」は前年，農場内の別の圃場で作られたものであるから該病バイラスを保有していたらしく，発芽後数回行われる圃場検査により，総て前年感染したと思われる株は抜取られたようである。又同農場1949年度事業成績を見ると既にこの年の秋に発病していたのではないかと疑われるふしがある。1949年度の圃場調査の際本病が認められなかつたのは，従業員にこの病害に関する知識がなかつた為かも知れない。感染初年度の病株は萎縮することがないから見落されても，次年度の病徴は著しいものであるから健全植物の側にある時には容易に発見出来る。何れにせよ生育の後期に入つて新しく感染した株を多数発生したのは林間の野生植物のバライスが，開墾の為食性に変化を来した媒介昆虫により馬鈴薯に運ばれたものではないかと考えられる。この事実は同農場の他の圃場に於て最初に馬鈴薯が感染した場合にも当てはまるものと思われる。農場全体も林地に囲まれて他から隔離されているからである。特に安平村の農家には古くよりある病害らしく思われる点より推量すれば本病はこの土地に何らかの方法で土着しているものであろう。尙本病の発生は7月末頃からで8月中頃に多数発生する。然し以上の発生理由の外に或は極少数の塊莖に保有されていたバイラスが環境の変化で大発生したとも考えられぬことはない。

何れにせよこの農場附近には特殊な媒介昆虫が棲息するようであるが，それが如何なるものか全く不明であり，目下この点に関し西尾技官と協力して調査中である。このことは圃場で罹病株の周囲に更に病株が発生し，他方，同一塊莖から生じた株の一方のみが罹病する場合が多いこと，農場官舎のトマトに本病罹病株と思われるものがあること及び一般に本病が汁液伝染しないとされていること等（Smith. 1937）からも推察される。又圃場は4町歩で1枚になつているが，病株は1ヶ処に集団的に発生することなく全般的に生ずるようである。

発生と品種との関係を見るに「男爵薯」,「紅丸」,「馬鈴薯農林1号」及び「馬鈴薯農林2号」等何れにも発生するが，胆振農場の1951～1952の発生状況を見るに晩熟品種に多く発生するようである。1950年度には「紅丸」に最も多く「男爵薯」にも相当発生していたが1952年度は「男爵薯」の罹病率は極めて少なく（0.02％程度），「馬鈴薯農林1号」では少なくとも0.1％発生した。從つて本病の発生と圃場環境及び媒介昆虫の移動発生とは深い関係があるように思われる。

馬鈴薯の病徴

Hungerford & Dana (1924) は感染年度の病徴を第一次病徴 (Primary symptom), その子薯から生ずる植物の病徴を第二次病徴 (Secondary symptom) としているので，我々もそれに倣つて病徴を二相に分けて記載する。

第一次病徴 感染初期には嫩葉々緑が褪色黄化し小葉の中肋は下方にアーチ状に彎曲する。その後老葉は次第に枯れ同時に莖は腋部より細い枝を生じ，盛んに伸長分枝して褪緑した小形葉を着生するようになる。新に生じた葉は殆んど単葉で長さ15mm 内外である。枝は健全植物と異り稜なく円筒形で基部が膨れて塊莖をなすものもある。枝は直立して叢生し全体として青白い色調を帯びる（第3図参照)。斯る病徴を現わす株の子薯はその多

第3図 第一次病徴を示す馬鈴薯天狗巣病罹病馬鈴薯

Fig. 3 A potato plant showing primary symptoms of potato witches' broom.

くが発芽して居り，多数の芽を生じている。その芽は地下部に於て黄白色鱗片状の葉を着生し，地上に現われて親株の周囲数ケ所に叢生する（第4図参照）。病勢の進んだものでは匐枝が多数の小塊茎を着生しそれ等は総て発芽している。甚しい場合には小塊茎が一団となり生じているのが認められる。親株の周囲に現われる茎は必ずしも塊茎の発芽によらず匐枝尖端の分枝による場合もある。

生育が既に枯凋期に進んだ頃発病したものでは

第4図　親株周囲に叢生する子薯の芽

Fig. 4　Spindling little stems sent up from new tubers affected with potato witches' broom.

第5図　枯凋期に発病した馬鈴薯茎及びその子薯

Fig. 5　Leaf symptoms of old potato plant affected with potato witches' broom and its new tubers.

その罹病株の判定は極めて困難である。この場合病徴は腋芽の伸長した部分に現われ（第5図参照），これらも葉縁が褪緑し下方にアーチ状に彎曲する葉面は健全なものよりびろうど様のなめらかな感じを与え茎及び葉裏に紫色を帯びるものもある。これらの子薯も発芽していることは前述の場合と同様である。

第二次病徴　これには著しく萎縮する場合と然らざる場合がある（第6及び7図参照）。

萎縮著しい場合：この場合には発芽が甚しく遅れるものと然らざるものがあり，前者は病徴が特に重いようである。発芽は細い芽によつて行われ

第6図　第二次病徴を示す馬鈴薯天狗巣病罹病馬鈴薯株（品種「馬鈴薯農林1号」）

Fig. 6　A potato plant showing secondary symptoms of potato witches' broom. (Norin No. I)

第7図　第二次病徴を示す馬鈴薯天狗巣病罹病馬鈴薯株（品種「馬鈴薯農林1号」）（中央）

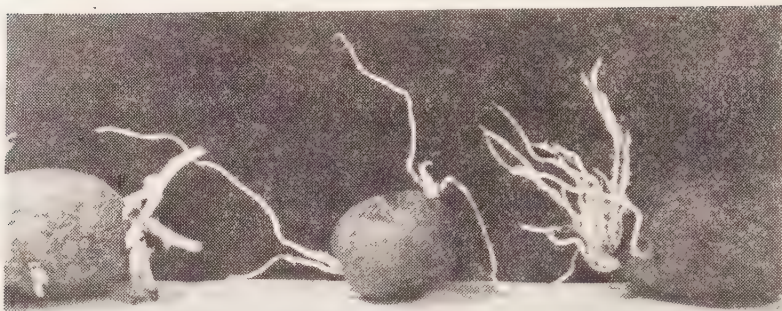
Fig. 7　A potato plant showing secondary symptoms of potato witches' broom. (Norin No. 1)

第8図 馬鈴薯天狗巣病罹病薯の発芽狀況（品種「紅丸」）（左端，健全薯）

Fig. 8 Spindling sprouts of potato tubers affected with potato witches' broom. (left end : healthy tuber)

このことは外国でも Spindling sprout と本病の関係として指摘せられている（YOUNG & MORRIS, 1928; COONS & KOTILA, 1923; HUNGERFORD & DANA, 1924）（第8図参照)。芽は最初数本を発出するが，これらは数回分枝して地上に現われるまでに数十本となる(第9図参照)。

第9図 馬鈴薯天狗巣病罹病塊茎から生じた植物（品種「男爵薯」）

Fig. 9 Potato plants showing secondary symptoms of potato witches' broom. (Irish Cobbler)

葉は主として単葉で葉縁褪緑黄化する。莖は細く円筒形である。1950年の調査時に発見した株は5月10日播種されたものであつたが，8月25日までに莖はその種薯の附着部から15cm，太さは略々一様で約2mm,着生する葉は殆んど単葉で数mmに過ぎず下方に彎曲していた。地上部には僅かにその尖端を現わすのみで，斯る株はハコベ等の雑草と見誤られ，側の健全株の莖葉は既に枯死していた為却つて発見は極めて困難であつた。これは特に萎縮の甚しい例である(第9図参照)。

以上は萎縮の甚しい場合であるが，これらの病徴を現わす株も時には突然，太い正常の複葉を着けた莖を生ずることがある。然しこのようなものも再び第一次病徴に見られるような病徴を呈する

萎縮の著しくない場合：最初健全植物と同様に生育を続けるが次第に頂部葉が褪緑黄化して植物全体に拡がる。これらは次第に第一次病徴と同様の経過をとり子薯は早期に発芽する。又斯る病徴を示すものは種々の段階があり，あるものは相当生育が進んでから初めて症状を示す。我々は「馬鈴薯農林1号」に於て8月に入つて初めて発病した株を観察した。又7月中旬には斯る株を往々見かけた。これらが果して種薯保有のバイラスによるものかどうか現在のところ断定は出来ない。然し発生地は別として琴似町その他の町村に於ては蔓延する樣子が認められぬから恐らくバイラスが最初から塊莖中にあつたと考うべきであろう。若しそうならば，個別検査によつて斯る塊莖を取除くことは困難である。HUNGERFORD & DANA(1924)は罹病株の除去に際して8月1日以降に取除かれたものはその年に感染した病徴を示したと云つている。安平村に於ても上述の如く発病の遅れる場合があるとしても大体同様のことが云えるようである。

以上述べたような病徴の段階の外に，同一塊莖

から生じた株の発病が時期的にずれて来る場合がある。斯る現象は塊茎内バイラスの分布等が関係するものと思われる。

第10図 馬鈴薯天狗巣病罹病馬鈴薯の子薯
（品種 「紅丸」）

Fig. 10 New potato tubers produced by the plants affected with potato witches' broom. (Benimaru)

第11図 馬鈴薯天狗巣病罹病馬鈴薯の子薯
（品種，左列「男爵薯」，右列「馬鈴薯農林1号」

Fig. 11 New potato tubers produced by the plants affected with potato witches' broom. (Irish Cobbler (left) and Norin No. 1 (right))

罹病種薯又は生育中に罹病した株の子薯の芽或はその附着部の状態については先にも触れたが，健全なものと異る点が認められる。それらは最初小塊茎となりこの上に多くの枝を生じこれが更に分枝している。勿論この小塊茎を着けず唯数回分枝するものもある。又「馬鈴薯農林2号」に於て，芽の尖端がふくれ，鱗片をつけた小塊茎を形成しているのが認められた（第5,9,10,11及び12図参照）。

第12図 馬鈴薯天狗巣病罹病薯の匐枝
（品種「馬鈴薯農林1号」）

Fig. 12 Stolons of potato plant affected with potato witches' broom. (Norin No. 1)

罹病株の生育中発芽しなかつた子薯はその一部のものがバイラスを保有しているようである。これらのうち発芽後直ちに病徴を示すものはその芽の細いことによつて判定出来るかも知れない（第8図参照）。今芽の太さと発病との関係について調査した結果を示せば第1表の通りである。

第1表 罹病薯と芽の狀態との関係

Table 1 The relation between potato witches' broom and the sprout of affected tubers.

品種名	発病薯			健全薯			発病率
	芽の長さ	芽の直径	長さ／直径	芽の長さ	芽の直径	長さ／直径	
	mm	mm		mm	mm		
男爵薯	17	1.6	10.6	10.4	3.9	2.5	10/25*(40%)
紅　丸	30	1.8	16.5	24.5	4.3	5.7	2/10(20%)

* 分母：調査塊茎数，分子：発病塊茎数

これらの塊茎は1950年8月26日安平村に於て採集し，同年12月28日，芽の状態を調査し，1951年春温室内ベツドに播種生育せしめて調査した。調査時の草丈は「男爵薯」では3～9cm，「紅丸」では3～10cm であつた。場所の都合上草丈が充分のびるまで観察出来ず，病徴は主として葉の状態から調査した。従つて発病がおくれた株についてはこの表から何等結論し得ないが，唯芽の状態がある程度診断に役立つことが分る。

次に罹病株の収量であるが初感染年度にあつては発病が主として8月中旬である関係上あまり影響をうけぬようである。罹病株子薯は収穫時既に

発芽しているものも健全株の塊莖と大きさに於て大差なく，1株の着生数も早熟種では大差ないようである。然し早期に感染した場合には子薯数が増すことは第一次病徴に述べた処から明かである。春季に第二次病徴を示す株の種薯を調べると非常に大きい場合が多いようであるが，これは収穫時に発芽せず見逃されたものであろう。種薯が罹病していた場合には子薯は全くないか，あつても収量は極めて少ない。前記の二次病徴の強弱によつて収量にも種々の段階があるが，収穫時までにはほとんど総ての塊莖が発芽しているようである。從つて全く媒介者がいない土地ではこの病害は自然に消滅するものと思われる。

外国では罹病塊莖内部に "netnecrosis" を生ずる (SMITH, 1937) というが，今まで調査した限りでは斯る症状を認めなかつた。

寄主範圍

實驗方法　接種源は安平村に発生した馬鈴薯天狗巣病罹病馬鈴薯を使用した。その品種は「男爵薯」及び「馬鈴薯農林1号」が主で時に「馬鈴薯農林2号」或は「島系232号」の実生に前記罹病株より接木発病したものを用いた。接種法は総て割接法により前記接種源馬鈴薯枝を接穗とし，供試植物を台木として接木し，殺菌毛糸を以てしばり切口には良質ワセリンを塗り乾燥を防いだ。接木した植物は少数のものを除き総てガラス室内で観察した。尚クコは屋外に植えてあるものに直接接木した。

實驗結果　馬鈴薯（「馬鈴薯農林2号」の実生）*Solanum tuberosum* L.：20日～1ケ月後に上方の若葉々緑が次第に黃色となり内方に曲り頂部に多くの褪緑した枝を生じ，さかんに伸長し，親株のは子薯の発芽により多くの細い莖を密生する。この周囲にれは圃場で見られる第一次病徴と同じものである(第13図参照)。

イヌホオズキ *Solanum nigrum* L.：最初頂葉々縁褪緑を始め更に上方葉がアーチ状に下方に彎曲し節間は縮小する。その後枝は数を増し葉は小形となり褪緑し，葉長は健全対照植物の約半分に減じ，葉脈は褪緑して明らかとなる。花及び果実は小形で多数むらがり生ずる。老葉は紫色を帯び斑紋を生じたが，この斑紋は接穗が馬鈴薯Xバイラスを含有していた為と思われる。種子は形が不整で扁平であつた(第14図参照)。

第13図　馬鈴薯天狗巣病罹病馬鈴薯実生

Fig. 13　A potato seedling affected with potato witches' broom.

第14図　馬鈴薯天狗巣病罹病
イヌホオズキ（右側，健全株）

Fig. 14　*Solanum nigrum* affected with potato witches' broom. (right : healthy plant)

茄 *Solanum melongena* L.：接木55～60日後までは明らかな病徴を示さなかつたがその後次第に頂部が褪緑し，葉面積及び節間縮小し，腋芽伸長し少しく叢生する。これら植物の接穗の活着のよか

つたものには葉に斑紋が見られたがこれは接種にXバイラスを含有していた為ではないかと思われる。対照植物には斯る徴候を認めなかつた。

白花洋種朝鮮朝顔 *Datura stramonium* L.：接種約1ヶ月半後葉縁褪緑し，その後若葉が対照に比して小形となり，節間短縮し下方葉は次第に枯れた。斯る状態において出来た果実は刺がすくなく，著しいものは全くこれを欠如し，内部の種子は変形し扁平であつた。この植物については数回実験を繰返したが接穂がよく生育している場合にも病徴を示しにくゝ，果実の刺の欠如は勿論，その他の明らかな病徴さへも，なかなか見られなかつた。然し同時に観察した対照植物には全く斯る徴候を認めなかつたからこれらは天狗巣病によるものと思われる。これに反してXバイラスによると思われる葉脈透明及び脈側緑帯は接木後間もなく現われた。

第16図　馬鈴薯天狗巣病罹病
Nicotiana rustica（右端，健全）

Fig. 16 *Nicotiana rustica* affected with potato witches' broom.
(right: healthy plant)

第15図　馬鈴薯天狗巣病罹病
N. sylvestris（左側，健全）

Fig. 15 *Nicotiana sylvestris* affected with potato witches' broom. (left: healthy plant)

Nicotiana sylvestris Spegaz et Comes.：接木後約1ヶ月半～2ヶ月後葉縁が褪緑黄化し始めるが次第に葉面は平滑となり若葉葉縁は著しく裏面に捲き細長くなる。葉脈は褪色し明示される。その後腋芽の伸長が盛んとなり叢生し，花は小花となり種子は著しく減少する(第15図参照)。

第17図　馬鈴薯天狗巣病罹病煙草
（品種「ホワイト・バーレー」）（左側，健全）

Fig. 17 *Nicotiana tabacum* (White Burley) affected with potato witches' broom.
(left: healthy: plant).

Nicotiana rustica L.：接木後25日から1ヶ月半後花に畸形を生ずるのが著しい特徴である。畸形花には蕚の欠如したもの或は葉の一部が黄色の花瓣となつたもの等が認められた。又頂部の節間は著しく短縮しその為葉が重なり合つて着生する(第16図参照)。斯様な植物も後に正常の花を着けることもあるがこのような場合にもその枝の葉が次第に下方に捲き節間がつまり葉を重なり生ずるようになる。この植物では著しい褪緑及び叢生は認められないが老葉は次第に黄化枯死する傾向があ

る。罹病植物の種子は殆んど発芽しないか，発芽しても極少数である。

煙草（品種「ホワイト・バーレー」）*Nicotiana tabacum* L.：接種後2ケ月から95日後頂部の節間短縮し葉は小形となり同時に葉縁褪緑し縁辺は下方に彎曲する(第17図参照)。その後腋芽の伸長盛んとなり少しく叢生する。

Nicotiana glauca R. GRAH.：接種後約10ケ月～1ケ年以上を経過したが明らかな病徴を認めなかつた。接木約10ケ月後これらのうち最も接穂の生育のよかつた1株から5株のトマトに接木した処全植物天狗巣病の症状を示した。この試験で天狗巣病にかゝつたトマトの枝を健全トマトに接木し平行して観察した処，1ケ月後全植物が発病したが *N. glauca* 枝を接木したものは唯1株しか発病しなかつた。然し後には全植物が病徴を現わした。この場合，潜伏期の長い原因として，*N. glauca* 中のバイラスの濃度，接木部分の活着の遅速及びバイラスの変異等が考えられるが，これを調査する為に，*N. glauca* を接木して発病したトマトより更にトマトに接木し，罹病馬鈴薯を接木して発病したトマト枝を接木したものと平行して観察した処何れも殆んど同時に発病した。又これらの病徴に差異は見られなかつた。従つて少なくともバイラスが変異を起して潜伏期が長くなつたのではないようである。

トマト（品種「マーグローブ」）*Lycopersicum esculentum* MILL.：接種19日～1ケ月後，頂葉々縁褪緑黄化し葉はアーチ状に下方に彎曲し，次第に褪緑が甚しくなり同時に腋芽の伸長が盛んとなる。これらの枝は節間つまり葉面積を減じて細くなり裏面は紫色を帯びる(第18図参照)。種子は変形してふくらみがない。花は外観的にあまり健全植物と変らず多少淡色である。然しこれは生育状態環境等で異るかも知れない。

以上の植物の外，ホオズキ *Physalis Francheti* L., *Physalis floridana* RYDB., ナンバン（「札幌大長なんばん」）*Capsicum annuum* L., ツクバネアサガオ *Petunia hybrida* VILM., *Nicotiana glutinosa* L., 及びクコ *Lycium chinense* MILL. にも接木を行つたが何れも明らかな病徴を示さず唯 *Physalis floridana* 及び *Nicotiana glutinosa* には斑紋が認められたがこれは接穂中にあつたXバイラスによるものと思われる。又，ナンバン及びクコに対照植物より褪緑したものがあつたが天狗巣病による病徴とは思われなかつた。尚ホオズキには褪緑して葉縁が紫色となり或いは罹病したかと思われるものを生じたが真偽は未だ不明である。YOUNG (1929) は *Physalis* に対する接種で否定的結果を得た。

第18図　馬鈴薯天狗巣病罹病トマト（品種「マーグローブ」）

Fig. 18　Tomato (Marglobe) affected with potato witches' broom.

以上の植物の接種年月日，潜伏期間及び観察期間（不発病株）等を表示すれば次の通りである。

第2表　接種植物の潜伏期間及び不発病株の観察期間

Table 2　The incubation periods of inoculated plants (brackets are the periods of observations.)

接種年月日	接種植物名	潜伏期間又は観察期間	接種株数	発病株数
1951, VIII—13	馬鈴薯(「農林2号」の実生) *Solanum tuberosum*	約 20 日	6	5
〃 VI—11	〃 〃	約 1 ヶ月	3	3
〃 VI—18	イヌホオズキ *S. nigrum*	約 25 日	2	2
〃 VII—26	ナス(「早生民田茄子」) *S. melongena*	2 ヶ月	9	2
1952, VII—15	ナス(「加賀千成茄子」) *S. melongena*	55 日	6	2
1951, VI—11	白花洋種朝鮮朝顔 *Datura stramonium*	1.5 ヶ月	4	4
〃 VIII—13	〃 〃	(3 ヶ 月)*	3	0
〃 VIII—15	〃 〃	(〃)	3	0
〃 VII—5	*Nicotiana sylvestris*	1.5 ヶ月	6	5
1952, V—20	〃	約 2 ヶ月	6	4
1951, VI—18	*N. rustica*	1.5 ヶ月	2	2
〃 VI—11	〃	1.5 ヶ月	3	3
〃 VII—26	〃	25 日	6	4
〃 VII—5	煙草(ホワイト・バーレー) *N. tabacum*	70 日	4	3
〃 VIII—13	〃	2 ヶ月	2	1
1952, V—20	〃	95 日	6	2
1951, VIII—31	*N. glauca*	(約10ヶ月～1年以上)	4	0
〃 VIII—13	〃	(3 ヶ 月)	2	0
1952, VII—11	〃	(80 日)	5	0
1951, VIII—31	*N. glutinosa*	(2.5 ヶ 月)	3	0
1952, V—20	〃	(約50日)	6	0
〃 VII—15	〃	(約2ヶ月)	5	0
1951, VI—4	トマト(マーグローブ) *Lycopersicum esculentum*	約 1 ヶ月	6	5
1952, IV—30	〃 〃	1 ヶ月	6	5
〃 VIII—6	〃 〃	19 日	6	3
1951, VIII—15	ホオズキ *Physalis Francheti*	(3 ヶ 月)	6	0
〃 VI—18	〃 〃	(4 ヶ 月)	2	(2?)**
〃 VIII—31	*P. floridana*	(2ヶ月半)	6	0
1952, VII—15	〃	(〃)	6	0
1951, VIII—13	ナンバン(「札幌大長なんばん」) *Capsicum annuum*	(3 ヶ 月)	4	0
1952, IV—30	〃 〃	(5 ヶ 月)	6	0
1951, X—2	ツクバネアサガオ *Petunia hybrida*	(40 日)	4	0
1952, V—20	〃 〃	(約 50 日)	6	0
1951, VI—18	クコ *Lycium chinense*	(2 ヶ 月)	10枝	0

*　(　)は観察期間を現わす。

**　眞の発病かどうか不明。

論　　議

1949年以来北海道の一部で馬鈴薯天狗巣病が発生し年々増加した。この病害は現在までの処，他の地方では増加していないようであるが主なる発生地が馬鈴薯原々種農場である関係上，重要視されている。この原々種農場は開設以前は林地であつたが，馬鈴薯が栽培された当初よりこの病害の感染が起つたようである。その病原が他地方から移入された種薯に保有されていたものかどうか断定は出来ない。然しこの地方に於ける天狗巣病増加の状況等より推察すれば恐らく病原は現在の発生地に土着していたもので，これが環境の変化の為に，不明の媒介昆虫によつて馬鈴薯畑に伝播されたものと思われる。以上の事実は馬鈴薯の採種地設定及び植物バイラス病の流行等の問題に多くの示唆を与える様に思われる。

馬鈴薯天狗巣病は病徴等より判断すればアメリカに於て Hungerford & Dana (1924) によつて記載されたものと同一のものと思われる。この病害は現在までのところ，汁液接種は不可能で且つ媒介昆虫も不明である。従つて著者等は先ず接木によつて各種植物にこの病害を接種しその病徴を観察した。従つて供試植物も茄子科植物に限られた。バイラスの伝染には接穂の活着が問題となるが活着程度は植物の種類によつて異り，ナンバン，ホオズキ及びクコでは活着が悪く，活着しても接穂の生育があまりよくなく，多くのものが1ケ月後には枯死した。然しこれら及びそれ以上接穂の生存したものも明かな病徴を示さなかつた。一般に接穂の生育のよくないものは病徴の発現もおくれるようである。接穂が供試植物上で生育している期間はそれ程長い必要はなくトマトに罹病馬鈴薯を接いだ場合には5日間台木のトマト上にあれば伝染が起る。要するに接穂が長く生きていることよりも活着したかどうかゞ問題となるようである。

罹病植物の病徴である葉面，節間の縮小，腋芽の著しい伸長，花の畸形，種子内容物の不足及び不発芽並びに馬鈴薯休眠期の消失等からこの病原バイラスは成長素の生成或はその機作に深い関係を有するものと推量される。尙この事と関聯して面白いのは罹病馬鈴薯及びトマトの枝が健全植物のそれより著しく発根しやすいことである。一方 *Nicotiana glauca* が殆んど病徴らしいものを現わさぬのにバイラスを保有することは他の感受性植物の病徴と比較して興味あることである。

摘　　要

馬鈴薯天狗巣病は北海道で最初1932年発生したがその後，1949年以来再び一部地方で著しく増加した。主なる発生地である馬鈴薯原々種胆振農場は開墾地である為，土着していたバイラスが環境の急変で食性を変化した媒介昆虫により馬鈴薯に運ばれたものと推量される。初感染株は主として8月中旬に現われる。

感染した馬鈴薯は嫩葉々縁の褪緑，中肋の下方への彎曲，老葉枯死，腋芽の盛んな伸長分枝等の病徴を生じ，叢生褪緑し，葉は小形となり多くは単葉となる。莖は円筒形，気中塊莖を生じ，子薯は親株の生育中に発芽し，親株をめぐつて叢生する。罹病塊莖は細い芽で発芽し芽は数10本に分枝し地上に現われて著しく萎縮叢生する。これと別に幾分生育が進んでから発病し初感染年度と同様の病徴を示すものもある。以上の病徴から本病は Hungerford & Dana (1924) によつて記載された病害と同様のものと思われる。

寄主範囲　各種茄科植物を台木とし，天狗巣病罹病馬鈴薯を接穂とし割接法により接種しその病徴を観察した。感受性植物には葉面，節間の縮小腋芽の著しい伸長，褪緑，花の畸形，種子内容物の不足，不発芽及び馬鈴薯子薯の休眠期の消失等の病徴が認められた。感受性植物：馬鈴薯，イヌホオズキ，ナス，白花洋種朝鮮朝顔，*Nicotiana sylvestris, N. rustica, N. tabacum, N. glauca*（保毒植物），及び トマト，非感受性植物：*Nicotiana glutinosa, Physalis floridana,* ナンバン，ツクバネアサガオ及びクコ，ホオズキは病徴らしきものを生じたが決定的なものではなく尙検討を要する。

引用文献

Bisby, G. R. & Tolaas, G. H., 1920: Potato diseases in Minnesota. Minn. Agr. Exp. Sta. Bul. 190, s 44 cited from Hungerford and Dana (1924).

COONS, G. H. & KOTILA, J. E., 1923: Michigan potato diseases. Mich. Agr. Exp. Sta. Spec. Bul. 125, 35.

CUTHBERTSON, D. C., 1925: The relation of leaf and other diseases of the potato to the crop. Jour. Roy. Hort. Soc. 50, 21-27.

CUTLER, G. H. & SANFORD, G. B. 1921: Potato diseases. Alberta Univ., Col. Agr. Field Husb. Circ. 7, 23. [E. S. R. 49, 46, 1924].

DANA, B. F., 1925: Mosaic and related diseases of the potato and other crops. Wash. Agr. Exp. Sta. Bul. 196 (35th Ann. Rep.), 33-34.

———, 1926: Mosaic and related diseases of the potato and other crops. Wash. Agr. Exp. Sta. Bul. 208, (36th Ann. Rep.), 33-34.

EASTHAM. J. W., 1928: Report of Provincial Plant Pathologist, Vancouver. Twenty-second Ann. Rept. Dept. of Agric. British Columbia for the year 1927, Q34-Q37. [R. A. M. 5, 146-147].

福士貞吉，1938：馬鈴薯萎縮病に就て，病虫害雑誌 25.

HUNGERFORD, C. W. & DANA, B F., 1924: Witches' broom of potatoes in the Northwest. Phytopath. 14, 372—383.

JACZEWSKI, A. A., 1926: [Witches' broom of the potato] Materials Mycol. and Phytopath. 5(2): 117-128. [R. A. M. 6, 746].

KUNKEL, L. O., 1928: Futher studies on the host range of Aster yellows. Abs. in Phytopath., 18, 156.

———, 1942: False blossom in periwinkles and its cure by heat. Sci. 95: 252. 〔福士貞吉著：植物バイラス，(朝倉書店，1952) 277頁〕.

———, 1945: Studies on cranberry false blossom. Phytopath. 35: 805-821. 〔福士貞吉著：植物バイラス，(朝倉書店，1952) 277頁〕.

———, 1952: Transmissiom of alfalfa witches' broom to nonleguminous plants by dodder, and cure in periwinkle by heat. Phytopath. 42, 27-31

MCKAY, M. B., 1922: Potato diseases in Oregon and their control. Oregon Agr. Exp. Sta. Circ. 24, 53. cited from Young and Morris (1928).

MCLARTY, H. R., 1926: Witches' broom of potatoes. Sci. Agr. 6, 394-395. [R. A. M. 6, 688].

SANFORD, G. B., 1924: Potato diseases. Alberta Univ., Col. Agr Bul. 5, 34. [R. A. M. 4, 306].

SMITH, K. M., 1937: A textbook of plant virus diseases. London J. & A. Churchill, Ltd.

田中一郎・大島信行・後藤忠則，1951：馬鈴薯天狗巣病の寄主範囲，日，植，病，報 16，174（講演要旨）.

田中一郎・成田武四・大島信行・後藤忠則，1952：馬鈴薯天狗巣病について（1952年度日本植物病理学会講演）.

WHIPPLE, O. B., 1919: Degeneration in potatoes. Montana Agr. Exp. Sta. Bul. 130, 29. Cited from HUNGERFORD and DANA (1924).

YOUNG, P. A., 1927: Transmission of potato witches' broom to tomatoes and potatoes. Science, N. S. 66, 304—306. [R. A. M. 7, 663].

——— & MORRIS, H. E., 1928: Witches' broom of potatoes and tomatoes. Jour. Agr. Res. 36, 835—854.

———, 1929: Tobacco witches' broom; a preliminary Report. Amer. J. Bot., 16, 277—279.

Résumé

In this paper the authors described the outbreak in Hokkaido, symptoms and host range of potato witches' broom.

The potato witches' broom has greatly increased of late years (1949—1952) in some districts of Hokkaido since 1932 when it first appeared at Assabu, Hiyama-Gun.

The disease is now spreading in the Iburi Original Seed Potato Production Farm where the potato was cultivated on reclaimed land in 1949 for the first time.

The authors supposed that the virus was possibly transmitted by unknown vectors from the wild host in the bushes adjacent to the potato plots. The primary symptoms were found mostly about the middle of August.

In the potato plants affected during the growing season, the first symptoms are marginal chlorosis and downwards

curling in the new leaflets. Numerous shoots develop in the axils of leaves. The stems are cylindrical and often bear aerial tubers. The old leaves gradually die and are replaced by the dwarfed, flavescent simple leaves produced by spindling tops and branches. The eyes in the new tubers formed underground sprout and send up very many spindling litte stems with dwarfed leaves around the base of the main stem. These symptoms intergrade with secondary symptoms.

The infected tubers send out many spindling little stems with dwarfed and simple leaves. Some of the affected tubers produce at first apparently normal plants which later express symptoms like to these of the potato plants infected during the growing season.

From the foregoing symptoms, the potato witches' broom in Hokkaido is identical with the disease described by HUNGERFORD, C. W. and B. F. DANA (1924).

Host range: The various kinds of Solanaceous plants were inoculated with stem grafts by inserting the scions of potato plants affected with witches' broom. The susceptible plants showed the symptoms as follows: discolouration and dwarfing of leaves, reduction of internodes of stems, profuse branching, malformation of flowers (observed in *Nicotiana rustica*), flat seeds having only a little viability and no rest periods of potato tubers. The next 9 of 15 species inoculated by grafting were found to be susceptible: *Solanum tuberosum*, *S. nigrum*, *S. melongena*, *Datura stramonium*, *Nicotiana sylvestris*, *N. rustica*, *N. tabacum*, *N. glauca* (symptomless carrrier) and *Lycopersicum esculentum*. The following species did not show distinct symptoms: *Nicotiana glutinosa*, *Physalis Francheti*, *P. floridana*, *Capsicum annuum*, *Petunia hybrida* and *Lycium chinense*.

大豆線虫 *Heterodera glycines* の植物寄生性について

一　戸　　稔*

ON THE PARASITISM OF THE SOY BEAN NEMATODE, *HETERODERA GLYCINES*

By Minoru ICHINOHE

緒　　言

大豆線虫 *Heterodera glycines* はこれまで *H. schachtii* の1系統として扱われていたもので，北海道南半部火山灰地帯に広く発生を見る「大豆萎黄病」の病原線虫として知られ，大豆，小豆及び菜豆の根に寄生してその生育を阻害し著しい被害を与える。大豆が本線虫の被害を受けると被害箇所は健全箇所に比較して約5～8割の減収を示し，甚しい場合には大豆は枯死し，しかも一度本病が発生するとその圃場は数年間作付が困難とせられるに至る。

大豆はその全生育期間に亘つて本線虫の寄生を受けるが，線虫による病徴の現われるのは7月中旬以降で，最初圃場の一部に発育の甚しく不良で葉の黄変した株を生じ，それより次第に周囲に拡がり遂には圃場の全面又は一部が円形に近い明瞭な萎縮，黄変を呈するようになる。このような時期には，大豆の根に白色小粒状の線虫の雌虫が多数着生しているのを認めることが出来，通常これによつて発病を確実に認知出來る。小豆では大豆に於けるほど顯著な莖葉部の病徴は現われないが，その実害では大豆にも劣らないと思われる。

大豆線虫は植物の根組織に寄生してはじめて世代を繰返すことが出來，通常雌虫体より変化したシスト（cyst）で土壌中に越冬する。シスト内には多数の卵が包蔵され，又卵の中には線虫の幼虫が休眠状態で入つている。幼虫は卵内で第1回目の脱皮を行うので，卵から孵化して寄主植物の根に侵入寄生する幼虫は第2期幼虫（the 2nd-stage larva）と呼ばれる。第2期幼虫が根に侵入後は根組織中で栄養物を攝取して発育を続け，その間に3回の脱皮を完了して雌又は雄の成虫となる。雄成虫は長さ約1.3mmのうなぎ様の形で肉眼では認め難く，通常根組織を離れ土壌中に遊離するが，雌成虫ではその発育につれて甚だしく肥大するため根の表皮を破つて外部に懸垂し肉眼でも認め得るようになる。雌虫は体内に卵を形成するに伴い体が白色より黄色に変り，又卵の一部は雌虫の尾端に形成された卵嚢（egg sac）中に押出されるが，大部分の卵は雌虫体内に残つて虫体の大部分を占めるに至り第2次発生を行い又はシスト内に残り越年する。

大豆線虫が寄生加害する作物としてこれまで大豆，小豆，菜豆，花豆の4種が挙げられているが，これらの各作物の線虫による被害は決して一様ではなく，一般に菜豆の被害は大豆，小豆の被害に比較すれば明らかに少ない。

筆者は大豆線虫の寄生生態特に寄主植物相互間に於ける大虫線虫寄生の量的な差異とその機構，及び所謂非寄主植物に対する線虫の行動等について1949年以来試験及び観察を行つている。ここにその結果を報告し且つ考察を試みる次第である。

本文を草するに当り，研究の当初より懇切なる御指導並びに御鞭撻を賜つている北海道大学教授犬飼哲夫博士に対し深甚なる感謝の意を表する。又本試験実施に当り種々御教示を戴いた北海道農業試験場次長桑山覺博士，同病理昆虫部長田中一郎技官，同有害動物研究室長武笠耕三技官に対し，又御助力を得た研究室員浅井三男氏に対し深謝の意を表する。

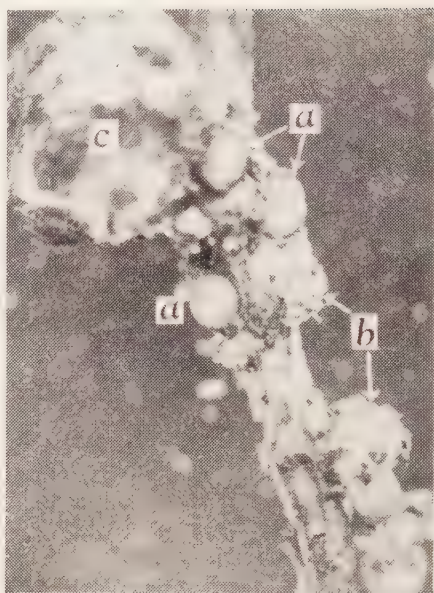
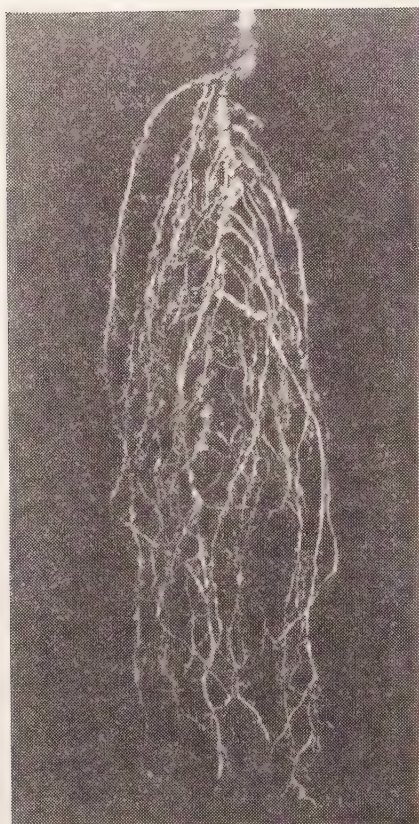
* 病理昆虫部有害動物研究室

第1図 根に寄生する大豆線虫雌虫
左 小豆，約 ×½
右 大豆，約 ×15
a. 雌 虫
b. 卵 嚢
c. バクテリヤによる根瘤

Fig. 1 Plant-infesting females of the soy bean nematode. Left, on the azuki bean, about ×½ ; Right, on the soy bean, a. female : b. egg sac : c. root-knot by bacteria : about ×15

試 験 結 果

試験 I. 根部着生雌虫数による大豆，小豆，菜豆，花豆に對する線虫寄生の量

大豆線虫の寄主植物については古く北海道農業試験場に於いて研究が進められ藤田・三浦(1934)によれば発病地土壌中に植えたマメ科，アカザ科，十字科，禾本科等に属する供試植物 23 種のうち，大豆，小豆，菜豆，花豆の 4 種のみに大豆線虫雌虫の着生が認められ，これを寄主植物として報告している。而してこの 4 種の植物間に於ける線虫寄生の量的差異については "……soy bean was most severely attacked, while azuki bean was always slightly attacked. As for kidney bean and multiflora bean only a trace of affection was secured." と述べている。

筆者は1949，1950の両年に亘り，北海道農業試験場圃場に於いて，根部着生雌虫数によつた場合の各寄主植物の線虫寄生の量的差異について試験した。圃場に於いて，発病地より持来つた土壌中に大豆，小豆，菜豆，花豆の 4 寄主植物の外に，明らかに非寄主植物と考えられた豌豆を多数播種し，発芽後35～40日目に各植物を 1 本宛丁寧に抜取り根を水洗後，主根及び主根に近く着生する雌成虫数を肉眼により算えた。

各植物について1949年6月，同8月，1950年6月，同8月の4回試験を反覆し，各回共各植物のなるべく多数の個体について調査を行つた。供試品種名及び各植物の 1 本当平均着生雌虫数は夫々第1表，第2表に示した 。

第1表　供試品種名

Table 1　Names of the varieties applied.

植物 ＼ 試験年次	1949	1950
大豆	蘭越	大谷地2号
小豆	円葉	大納言
菜豆	金時	大手亡
花豆	紅花種	白花種
豌豆	ロシヤ早生	札幌青手無

第2表　大豆，小豆，菜豆，花豆，豌豆の1本当平均着生雌虫数

Table 2　The mean numbers of female nematodes counted on soy bean, azuki bean, kidney bean, Spanish runner bean, and pea.

試験年次 ＼ 植物		大豆	小豆	菜豆	花豆	豌豆
1949	VI	27.2(23)	38.5(15)	2.7(13)	0(10)	0(10)
〃	VIII	35.4(14)	21.5(12)	5.4(9)	0(10)	0(10)
1950	VI	38.0(12)	39.1(14)	2.7(9)	0(10)	0(10)
〃	VIII	14.5(20)	7.8(6)	1.8(8)	0(10)	0(10)

(　)内の数字は供試個体数

即ち大豆及び小豆では多数の，又菜豆では少数の線虫雌虫の着生が認められたが，花豆及び豌豆では全く雌虫が認められなかつた。而して根に着生した雌虫数がその植物の線虫寄生の量を表わすものとして各植物について統計的に検討した結果，大豆と小豆では線虫寄生の量に差異なく，菜豆及び花豆は大豆及び小豆に比し線虫寄生の量は明らかに小であつた(第3表)。

第3表　根部着生雌虫数による各植物の大豆線虫寄生の量

Table 3　The degrees of nematode-infestation for the 4 susceptible plants according to the result of counting.

植物	線虫寄生の量
大豆	28.3
小豆	26.7
菜豆	3.2
花豆	0

L. S. D. (99：1)＝20.4

試験II．菜豆の根組織内における大豆線虫の發育

菜豆の線虫寄生の量は根部着生雌虫数によれば大豆，小豆に比し明らかに小であつたので，次に大豆線虫の菜豆に対する寄生について大豆及び小豆の場合と比較して観察した。

先ず発病地土壌中に植えた大豆，小豆，菜豆について各の初期生育時代にその根を検し大豆線虫幼虫の侵入数について比較観察を行つた結果では菜豆の根組織中にも常に多数の幼虫が侵入しており，大豆，小豆の場合と特に異なるところが認められなかつた。

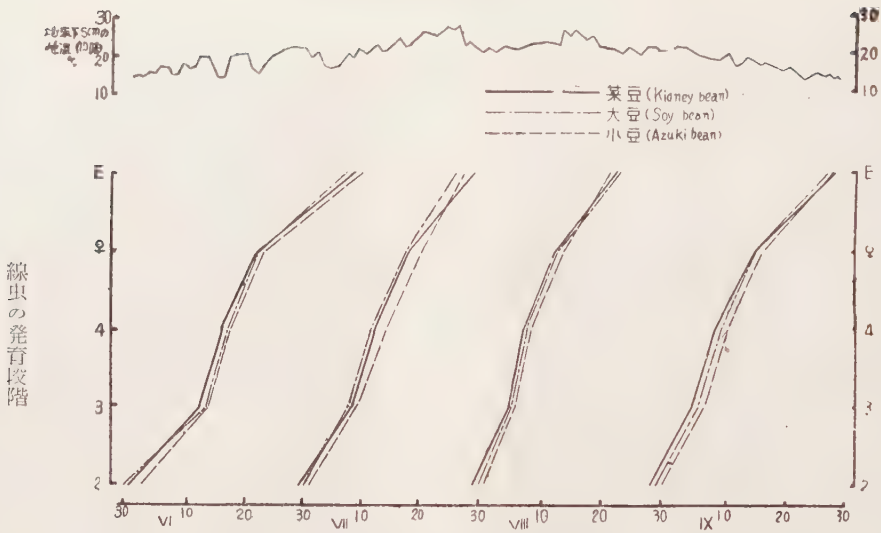
次に線虫幼虫が菜豆の根に侵入後の発育特に発育の速度について調査するため，大豆，小豆と比較した。このため大豆（品種名「極早生千島」），小豆（「大納言」），菜豆(「大手亡」)を5月，6月，7月，8月に多数播種し，各月毎発芽の日より隔日に各植物2本宛を抜取り，根組織中の幼虫の発育段階を検した。この場合，地表より5～10cmの主根中に寄生する雌幼虫のみを対象として調査したが，これはこれらの幼虫は最も早く根に侵入寄生し(即ち発芽当初に於いて根に侵入し)，又侵入後は殆ど同一の温度条件下で発育して来たと考えられるからである。尚供試植物根はすべて水洗後Goodey (1937) による酸性フクシン•ラクトフェノールにより染色し調査を容易にした。

大豆，小豆，菜豆の根に侵入寄生した第2期幼虫が，第3期幼虫，第4期幼虫を経て雌成虫となるまでの各期に於ける発育所要日数については，第2期幼虫の所要日数は植物の発芽の日に幼虫が侵入したものと看做して発芽の日より起算し，又雌成虫の期間は雌虫体内に第2代目の幼虫が見出されるまでの日数とし第4表及び第2図に示した。

第4表　菜豆，大豆，小豆の根組織内に於ける大豆線虫の発育所要日数

Table 4　The days required for the development of nematode larvae inside kidney bean, soy bean, and azuki bean.

	第2期幼虫	第3期幼虫	第4期幼虫	雌成虫
菜豆	6～12(8.3)日	3～4(3.8)	5～7(6.0)	11～17(12.8)
大豆	5～14(8.3)	3～4(3.8)	5～6(5.5)	8～16(11.5)
小豆	5～11(7.5)	3～5(4.0)	5～6(5.8)	7～17(11.0)

(　)内の数字は平均日数を示す。

E. 卵形成 (Egg formation); 3. 第3期幼虫 (the 3rd stage larva)

第2図 大豆・小豆・菜豆の根組織内における幼虫の発育速度比較

Fig. 2 Comparison of the rate of larval development inside soy bean, azuki bean, and kidney bean.

各発育段階における発育所要日数は寄主植物の生育した時期，即ち主として温度によつて著しく異なるが，寄主植物の種類を異にしても線虫の発育速度は殆ど同一であつた。

第3図 大豆線虫雌虫の発育

A 菜豆根組織中の雌虫，酸性フクシン染色，約 ×40

B 菜豆根組織中でシスト化した雌虫，酸性フクシン染色，約 ×40

C 大豆の根組織の表皮を破り外部に出んとする雌虫 約 ×15

Fig. 3 Development of female of the soy bean nematode in root tissue. A. Female in the root tissue of kidney bean, stained by acid fuchsin. About ×40 B. Cystic stage of female in root tissue of kidney bean, stained by acid fuchsin. About ×40 C. Female protruding from the root of soy bean. About ×15

菜豆の根に着生する雌虫数が甚しく少ない原因として，次の如き事実が観察された。即ち大豆，小豆，菜豆のいずれの場合も根組織中の幼虫は，侵入後13～23日目に最後の脱皮を完了して雌成虫となり，雌成虫は更に発育を続けるが，その場合大豆及び小豆では雌虫の肥大生長が旺んで，寄生雌虫は根組織外に押出されて20～30日目頃から肉眼でも容易に認められるようになるが，菜豆では根組織中の若い雌虫の肥大生長は顯著でなく，大部分の雌虫は体長，体幅共に著しく小さく根の組織内にあつて卵を形成し組織外に突出ることが少なく，又たとえ根の表皮を破つて外部に出た雌虫も虫体は依然として小であつた。

大豆，小豆，菜豆の各について1951年8月，幼虫が根に侵入後18日目（雌成虫の初期）及び30日目（雌成虫の卵形成期）と推定される時期に，各主根より雌虫を20頭宛とり，その体長，体幅，を計測した結果，雌成虫の初期では虫体の大いさに殆ど差は認められないのに対し，菜豆ではその後に於いて雌虫の肥大生長の殆ど起らないことを認めた。

第5表　大豆，小豆，菜豆より得た雌成虫の大いさの比較

Table 5　The comparisons of dimensions basing upon the every 20 females grown on soy bean, azuki bean, and kidney bean.

	18日目			30日目		
	体長	体幅	體長/體幅	体長	体幅	體長/體幅
	μ	μ		μ	μ	
大豆	415.8	211.4	1.97	689.8	477.8	1.44
小豆	408.0	208.0	1.96	646.0	452.5	1.43
菜豆	413.5	211.0	1.96	452.6	231.1	1.95

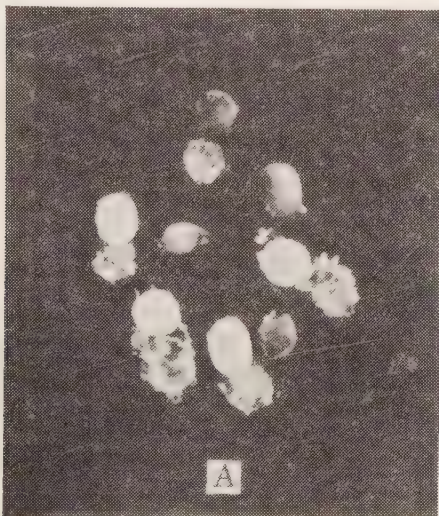
各数値は20個体の平均値で示す。

第4図　根部侵入後約30日目に異なる寄主植物から得た大豆線虫雌虫の発育程度の比較
A　大豆より得たもの
B　菜豆より得たもの　共に　×12

Fig. 4　Comparison of development of females grown on soy bean (A) and kidney bean (B), for about 30 days of August 1951.　×12

菜豆に寄生発育した雌虫は体が著しく小形であつて，従つて体内に形成される卵数或はシスト内に含まれる卵数も，大豆及び小豆に発育した雌虫に比すれば甚だしく少ない。大豆，小豆，菜豆の各より得たシスト各10個についてその卵数を比較すれば，平均で大豆259，小豆268に対し，菜豆のシストは僅かに65であつた。

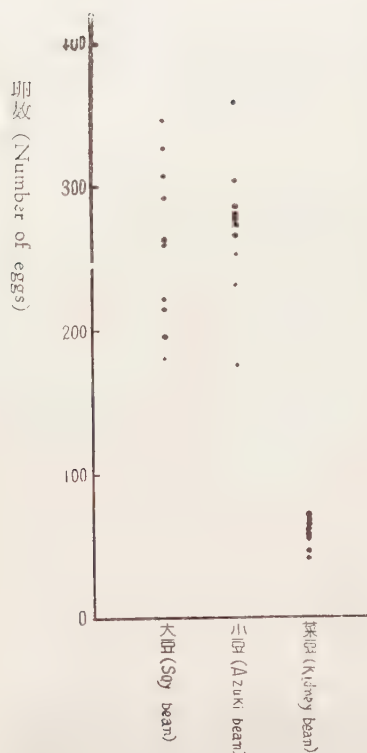
尚菜豆より得た褐色シスト10個の平均は長さ444.1μ，幅232.5μ，長さ/幅は1.91であつた。

第5図　大豆・小豆・菜豆より得た大豆線虫シスト内の卵数

Fig. 5　Number of eggs of the every 10 females taken from soy bean, azuki bean, and kidney bean.

試験Ⅲ．大豆，小豆，菜豆以外の各種植物に対する大豆線虫の寄生

藤田・三浦（1934）は花豆が僅かに大豆線虫の寄生を受けると報告したが，筆者が試験Ⅰに於いてこれを追試した結果では花豆には全く雌虫を認めることが出来なかつた。そこで発病地土壌に植えた花豆の初期生育期に根を調査した処，常に多数の線蟲幼虫の侵入が認められたが侵入幼虫の殆どが第３期幼虫又は第４期幼虫で発育を停止し，稀に雌成虫に達し得ても虫体は甚だしく小であつた。但し雄幼虫が雄成虫となるまでに要する日数は，普通雌幼虫が雌成虫となる場合の約半分であつて，花豆の根組織内に脱皮中の雄成虫の見られることは屢々であつた。

大豆，小豆，菜豆，花豆の外に，従来非寄主植物と考えられた多数種類の植物について大豆線虫の寄生性を知るため1952年６月より次のような試験を行つた。

大豆，小豆等の外に特に多数のマメ科植物を加えた32種の植物を選定し，直径12cmの素焼鉢に無病土壌を入れ，これに線虫シストを多数混入し，各鉢に１種宛植物を植え灌水後屋外に放置した。各植物について７日目毎に根を抜取り，水洗後酸性フクシン・ラクトフエノールで染色し，その根を解剖して侵入幼虫の有無又は雌幼虫の発育程度を検した。

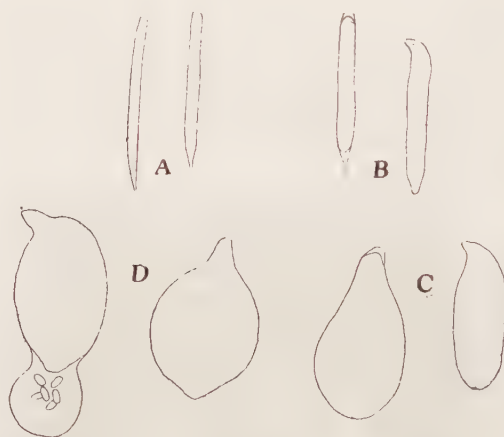
各植物に於ける幼虫の侵入及びその発育程度は第６図の基準に従い第６表に示した通りである。

第6図　第６表中に用いた線虫の発育程度の基準

Fig. 6　Groups A through D into which the nematodes were classified according to the amount of development undergone.

第６表に示された如く，大豆線虫は従來寄主植物と考えられなかつた多数の種類に侵入寄生する。而して試験に供した植物の中，マメ科植物ではすべての種類に幼虫の侵入が見られ，禾本科植物では全く幼虫の侵入は認められず，又ナス科及びその他の科の植物では殆ど幼虫の侵入は認められなかつた。又マメ科植物では幼虫が根に侵入後発育を続け得ない場合と多少の発育の継続が見られる場合とがあつた。

第6表　32種の供試植物に於ける大豆線虫の発育程度

Table 6　Amount of developments of soy bean nematode in the 32 species of plants tested.

植物	和名	英名	各発育程度における幼虫数			
			A	B	C	D
LEGUMINOSAE						
Glycine Max MERR.	大豆	Soy bean or Soja bean	+++	+++	+++	+++
Phaseolus angularis WIGHT	小豆	Azuki bean	+++	+++	+++	+++
Ph. vulgaris L.	菜豆	Kidney bean or French bean	+++	+++	+++	+
Ph. coccineus L.	花豆	Spanish runner bean or Multiflora bean	+++	++	+	±
Ph. lunatus L.	ライ豆	Lima bean	+++	+	±	−
Trifolium repens L.	ラデノクローバー	Ladino clover	+++	±	−	−
T. pratense L.	赤クローバー	Red clover	+++	±	−	−
T. hybridum L.	アルサイククローバー	Alsike clover	+++	+	±	−
T. incarnatum L.	クリムソンクローバー	Crimson clover	+++	±	−	−
Melilotus sp.	スキートクローバー	Sweet clover	+++	±	−	−
Pisum sativum L.	豌豆	Garden pea	++	−	−	−
P. sativum L. var. *arvense* POIR.	赤豌豆	Field pea	+++	±	−	−
Vicia Faba L.	蚕豆	Broad bean	+	−	−	−
Medicago sativa L.	アルファルファー	Lucerne	++	±	−	−
Lupinus luteus L.	黄花ルーピン	Yellow lupine	+	−	−	−
GRAMINEAE						
Zea Mays L.	玉蜀黍	Maize	−	−	−	−
Hordeum vulgare L.	大麦	Barley	−	−	−	−
H. vulgare L. *nudum* HOOK	裸麦	Naked barley	−	−	−	−
Triticum vulgare L.	小麦	Wheat	−	−	−	−
Avena sativa L.	燕麦	Oat	−	−	−	−
SOLANACEAE						
Solanum tuberosum L.	馬鈴薯	Potato	−	−	−	−
Lycopersicon esculentum MILL.	トマト	Tomato	±	−	−	−
Capsicum annuum L.	とうがらし	Red pepper	+	−	−	−
Nicotiana Tabacum L.	たばこ	Tobacco	±	−	−	−
N. rustica L.	−	−	−	−	−	−
CUCURBITACEAE						
Cucumis sativus L.	きうり	Cucumber	−	−	−	−
CHENOPODIACEAE						
Beta vulgaris L.	ビート	Sugar beet	−	−	−	−
CRUCIFERAE						
Brassica oleracea L. var. *capitata* L.	甘藍	Cabbage	±	−	−	−
LINACEAE						
Linum usitatissimum L.	亜麻	Flax	−	−	−	−
COMPOSITAE						
Arctium Lappa L.	牛蒡	Burdock	−	−	−	−

植　　　物	和　　名	英　　名	各発育程度における幼虫数			
			A	B	C	D
LILIACEAE						
Allium cepa L.	たまねぎ	Onion	−	−	−	−
UMBELLIFERAE						
Daucus Carota L. var. *sativa* DC.	人　参	Carrot	−	−	−	−

− 無 (None)； ± 稀 (Rare)； ＋ 少 (Few)； ＋＋ 中 (Median)； ＋＋＋ 多 (Many)

考　　察

病原線虫と寄主植物との関係，特に線虫に対する寄主植物の抵抗性については，これまで主として根瘤線虫 *Heterodera marioni* CORNU (*Meloidogyne* spp.)の場合について多く論議された。

TYLER (1941) は根瘤線虫に対する植物の抵抗性を定義して"ability to obstruct the invasion of parasites" としたが，これは恐らく当時に於ける一般的な考え方であつたと思われる。BARRONS (1939) は根瘤線虫に対して罹病性又は抵抗性を示す植物の種類又は品種30について試験した結果から，各植物は幼虫の侵入数に於いて全く差異は認められず，植物の線虫に対する抵抗性はすべて幼虫の侵入後の機構に属するとした。植物に対する線虫寄生についてこのように考えたのはBARRONSが最初であるが，植物が全く線虫の侵入を阻止する場合もあり得ると思われる。CHRISTIE(1946) は根瘤線虫の或系統 (race) の根部侵入を困難にし又は全く侵入せしめない植物の種類のあることを報告し，渋谷 (1952) は甘藷の或る品種が同線虫を全く侵入せしめないと報告した。

大豆線虫の各種抵抗性植物に対する寄生性は，以上述べ来つた根瘤線虫がその抵抗性植物に対する場合と或程度合致するものと思考される。但し大豆線虫と根瘤線虫とでは前者はその生活史中にシストを形成するのに対し後者はこれを形成しないという生態的に大きい相違を有する。シストは雌虫の体表皮が変化して出来たリポイド性の包嚢で，乾燥，低温等に強い抵抗力を有し卵はシスト内にあつては数年間活力を失わないとされている。大豆線虫が植物根に寄生するには，先ず幼虫が卵から孵化し，更にシストから土壌中に脱出して初めて寄生し得るのであつて，本試験に於いて荳科以外の禾本科及びその他の科の多数種類に幼虫侵入の全く認められなかつたのは，卵から幼虫が孵化しなかつたか，又は孵化した幼虫が真に根の内部に侵入し得なかつたかの何れかであるが，本試験の場合何れであつたかは明言し得ない。

TRIFFITT (1930) によれば馬鈴薯に寄生する線虫 *Heterodera rostochiensis* WOLL. のシストは，その寄主植物たる馬鈴薯の根部浸出液 (root diffusates) に刺戟されて幼虫の孵化を著しく旺んにするが，FRANKLIN (1940) はその後馬鈴薯以外の多くのナス科植物の根部浸出液は同様な刺戟を有するに対し，禾本科その他の多くはこのような刺戟を示さないと報告した。大豆線虫の場合に荳科の植物に多数幼虫が侵入しマメ科以外の植物に殆ど幼虫侵入の見られなかつたことは，マメ科以外の植物の根部浸出液がシストを刺戟することなく幼虫を孵化せしめ得なかつたとも考え得る。

大豆線虫が従来その寄生を全く受けないと考えられた多数の種類の植物に対してもその根に侵入寄生すること，及び線虫の寄生が特にマメ科植物に対して著しいという事は，本線虫の寄生生態上看過し得ないことである。

以上の実験に基き大豆線虫の寄生性に関して次の如き考察を試みた。大豆線虫は根部着生雌虫数，侵入幼虫の発育等より見て，大豆及び小豆内では殆ど完全な発育をなしうるもので両植物は本線虫の寄生に対し最高度の「適合性」(suitability)を具有すると考え得る。菜豆では小形の雌虫となり，生産卵数も明らかに少数であつたことから，本植物は大豆線虫に対し最も適した寄主植物であるとは考え難い。即ち菜豆は線虫の寄生に対して高度の「適合性」と共に多少の「不適合性」(unsuitability) をも具有すると考えることが

出来る。花豆，ライ豆等は線虫は侵入后成虫にまで達し得ず，従つて茶豆よりも更に高い「不適合性」を有し，又蠶豆，豌豆等は線虫幼虫が侵入するだけで全く発育をなし得ないから，大豆線虫の寄生に対し高度の「不適合性」を示し，全く「適合性」を有しないと考える。

Christie (1946，1949) は根瘤線虫に対して最も適した寄主植物と最も不適な寄主植物とがあり他の植物は此の両著の中間に位すると考えたが，大豆線虫の場合も同様に，マメ科に属する多くの

L，幼虫侵入 (Larval invasion)

3，第3期幼虫 (The 3rd stage larva)

第7図　大豆線虫の寄主植物としての各種荳科植物の相互関係

Fig. 7　Mutual relations among the leguminous plants tested as the host plants of the soy bean nematode *Heterodera glycines*.

物が夫々各様の適合性を示した。いま各植物が夫植々 "X" だけの「適合性」と "1−X" だけの「不適合性」を具有するものとし，供試した各マメ科植物についてこれを吟味すれば，線虫の寄生に対し各植物は互いに全く連続的な関係にあることを知る。第7図はこの関係を示したものである。各植物について「適合性」が多くなるにつれて，又は「不適合性」が少くなるにつれて線虫はその発育をより多く続けることが出來る。各植物間の関係は更に多数のマメ科植物について調査することにより一層明瞭になると推測される。

線虫幼虫が根に侵入後発育をなし得ない場合の機構については今後試験を進める考えである。

本試験の耕種技術的意義

土壌中のシストの棲息密度を遞減させるのに捕獲作物による方法があるが，これはその線虫の被害作物を単作または間作し，線虫が根に寄生後，成虫に達し卵を形成する以前にその植物を抜取り，これを数回繰返すもので，この目的で用いる植物を捕獲作物 (trap crop) と呼んでいる。これは寄主植物の根部浸出液がシストを刺戟して幼虫の孵化を促し，又孵化した幼虫が寄主植物のみに侵入寄生するという考えに基くが，この場合幼虫を大量に寄生せしめて而も成虫にまで発育せしめぬ植物があれば，それは捕獲作物としての高い価値を有する。

一方現在「輪作」によつて大豆線虫を防除する際には大豆，小豆，茶豆を休閑して無被害作物を5〜6年栽培するのであるが，本線虫がマメ科植物に多く侵入しマメ科以外に侵入しないとなれば，線虫の棲息密度を遞減する目的からだけすれば，禾本科よりもマメ科の無被害作物を植えることがより効果的であり，例えば従来被害地に大豆の後作として豌豆，クロバー類を植えた場合，これらの作物が期せずして線虫の棲息密度を減じ捕獲作物の役割を果して来たと考え得る。

次に被害作物を栽培すれば常に土壌中の線虫の棲息密度を著しく増加させるとは考え難い。花豆はその栽培により却つて棲息密度を低下させると考えられ，同様なことは茶豆でも言い得ることで，被害地に茶豆を栽培することによつて起る線虫の棲息密度の消長については今後研究を要する問題であるが，少くとも大豆，小豆の栽培による増加に比すれば遙かに少いものと思考される。

摘　　要

大豆線虫 *Heterodera glycines* の寄生性について1949年以来試験及び観察を行つているが，その結果を報告し又本線虫の植物寄主性に関して一つの考察を試みた。

1.　大豆線虫の寄主植物としては従来の報告により大豆，小豆，茶豆，花豆の 4 種と考えられるが，これらの各植物についてその根部着生雌虫数によつて線虫寄生の量を求めた結果は，大豆28.3，小豆26.7，茶豆3.2，花豆 0 で，茶豆は大豆，小豆に比し遙かに少なく，花豆では全く雌虫の着生が認められなかつた。

2.　このような差異は各植物根に侵入寄生する幼虫の数とは無関係であつて，大豆及び小豆では侵入幼虫は最後まで良好な発育を続けるに対し，茶豆では雌成虫の発育が極めて不良で体は著しく小形，生産卵数も極めて少なく根組織中に入つたまゝで外部に突出することが殆どなく，茶豆の根部着生雌虫数の少ないのはこのためであろうと考えられる。又花豆では侵入幼虫は雌成虫に達せずして発育を停止した。

3.　従来非寄生植物と考えられていたビート，豌豆，クロバー等28種の植物について本線虫の寄生性を調査した結果では，マメ科に属する植物にはすべて幼虫が侵入し，マメ科以外の植物では殆ど侵入が認められなかつた。更にマメ科の或る種の植物（ライ豆，アルサイククロバー等）では幼虫が侵入後或る程度発育を続けるが成虫には達し得ず，又或る種（豌豆，蠶豆等）では幼虫は単に根に侵入するだけで以後の発育は出来なかつた。

4.　以上の試験に基き大豆線虫の寄生性に関し次の如き考察を行つた。本線虫が大豆及び小豆を寄主とする場合に最も良好な発育をすることから大豆及び小豆が本線虫の寄生に対し高度の「適合性」を有すると考え，又豌豆に対しては幼虫が根に侵入するだけで以後の発育をなし得ないので，豌豆は或る高度の「不適合性」を有すると考える。一般にマメ科植物の或る種が夫々“X”だけの「適合性」と“1−X”だけの「不適合性」とを同時に具有すると考えることが出来るので，各植物についてこれを吟味すれば第 7 図の如くで，大豆線虫の寄主植物として各植物は互いに連続的な関係にあることが示され，更に多数のマメ科植物について試験すればこの関係は一層明らかになろうと思われる。

5.　本線虫が，従来寄主植物と考えられなかつた多くのマメ科植物に対しても，大豆，小豆，茶豆，花豆と同様にその根に侵入寄生するという事は，幼虫侵入が特にマメ科に多く他の科の植物には殆ど起らなかつたことゝ共に，線虫防除上捕獲作物による有効な手段が期待される。

参 考 文 献

1. BARRONS, K. C., 1939 : Studies of the nature of root knot resistance. Jour. Agr. Res., LVIII, 263-272.
2. CHRISTIE, J. R., 1946 : Host-parasite relationships of the root-knot nematode, *Heterodera marioni*. II. Some effects of the host on the parasite. Phytopath., XXXVI, 340-352.
3. CHRISTIE, J. R., 1949 : Host-parasite relationships of the root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp. III. The nature of resistance in plants to root knot. Proc. Helminth. Soc. Wash., XVI. 104-108.
4. FRANKLIN, M. T., 1940 : On the identification of strains of *Heterodera schachtii*. Jour. Helminth., XVIII, 63-84.
5. FUJITA, K. & MIURA, O., 1934 : On the parasitism of *Heterodera schachtii* SCHMIDT on beans. Trans. Sapporo Nat. Hist.. Soc., XIII, 359-364.
6. GOODEY, T., 1937 : Two methods for staining nematodes in plant tissues. Jour. Helminth., XV, 137-144.
7. SHIBUYA, M., 1952 : Studies on the varietal resistance of sweet potato to the root-knot nematode injury. Memoirs of the Faculty of Agriculture, Kagoshima University, I, 1-22.
8. TRIFFITT, M. J., 1930 : On the bionomics of *Heterodera schachtii* on potatoes, with special reference to the influence of mustard on the escape of the larvae from the cysts. Jour. Helminth., VIII, 19-48.

*9. TYLER, J., 1941 : Plants reported resistant or tolerant to root-knot nematode infestation. U. S. Dept. Agr., Misc. Publ. 406, 91 pp.

* は直接参照し得なかつたもの

Résumé

In the present paper an account is given based upon a series of experiments

carried out, since 1949, in order to find out about the parasitism of the soy bean nematode, *Heterodera glycines* ICHINOHE, to many species of plants, especially those belonging to Leguminosae. The results obtained run as in the followings.

1) The host plants of the soy bean nematode have hitherto been put on record by many authorities; the hosts are restricted to the soy bean, the azuki bean, the kidney bean and the Spanish runner bean (the multiflora bean). FUJITA and MIURA (1934) revealed that this nematode attacks the soy bean in the most severity, the azuki bean always slightly, and the kidney bean and the Spanish runner bean in a trace. To determine the degree of the nematode infestation to the four susceptible plants above mentioned, a test was conducted. Counting the number of the white females attaching on the tap roots of the four affected plants grown for 6 weeks in the nematode-infested soil, was done four times in June 1949, August 1949, June 1950 and August 1950 (Tables 1 & 2). According to the result of this test, the degree of infestation was estimated statistically as the soy bean 28.3, the azuki bean 26.7, the kidney bean 3.2 and the Spanish runner bean zero. The exceedingly few females were always counted on the roots of the kidney bean while no female was found on the Spanish runner bean.

2) It was noticed that those differences of the degree of nematode infestation among the four susceptible plants were not related to the number of the invaded larvae. The author also proved that the rates of larval development inside the different hosts were almost identical (Table 4 & Fig. 2), and that the exceedingly small number of the females on the kidney bean was probably due to the following circumstances.

On the soy bean and the azuki bean, the young adult females break the cortical tissue of the roots of the host plant when they develop, and, finally, they protrude from the roots. On the kidney bean, however, the young females in the root tissue were not fully grown and, as a result, the adult females are of small size, being decreased in their production of eggs, and, in many cases, they hardly grow out to the surface of the root (Fig. 3).

It is probable that when the counting of the root-attaching females on the kidney bean was made with the naked eye, they were not taken in consideration. The females grown on their different plants were examined as to dimensions (Table 5 & Fig. 4) and the number of eggs produced (Fig. 5). Furthermore, the author observed that the larvae invaded to the root of the Spanish runner bean could not complete their development and none had reached the adult female. This fact is of considerable importance.

3) The parasitism of this nematode was tested to 28 species of plants generally not regarded as host plants of the soy bean nematode, such as sugar beet, peas, clovers, etc. Each and every species of plant was grown in 5 in. pot inoculated with many cysts of this nematode. The plants were examined every 7 days for the existence of the invaded larvae and, if they existed, on the amount of development undergone

(Fig. 6). For this purpose, a sample of root was washed and the parasites in the root tissue were stained by the lactophenol-acid fuchsin method according to GOODEY (1937). The results of this test are shown in Table 6. It is indicated that this nematode always invaded the roots of many species of the leguminous plants other than the hitherto known host plants, but that the plants not belonging to Leguminosae showed almost no evidence of an infestation. Moreover, in certain species such as peas, broad bean etc., many larvae invaded but failed to develop after invasion, and, in other species such as alsike clover, lima bean etc., an occasional partly-grown parasite, not reaching to the adult stage, could be found.

4) Judging from the above mentioned facts, the parasitism of this nematode is similar to the case of *Heterodera marioni* CORNU (*Meloidogyne* spp.) published by CHRISTIE (1946 & 1949). A consideration on the parasitism of the soy bean nematode is given as in the following :

It may be stated that this nematode completely develops in the roots of the soy bean and the azuki bean, that is to say, those plants indicate the highest degree of "suitability" for this nematode. The kidney bean appears to be a suitable host, but the parasites are not fully grown, that is, this species of plant indicates a high degree of "suitability" and, at the same time, a low degree of "unsuitability". As to the peas and the broad bean which the parasites invaded but where they were unable to develop, it seems probable that those plants indicate no "suitability", but a very high degree of "unsuitability" for this nematode. It is also considered that the plants belonging to Leguminosae indicate, in many instances, a certain degree of not only "suitability" but also of "unsuitability". Thus, if a species of the leguminous plants tested indicates the "suitability" as much as "X" and the "unsuitability" as much as "1−X", this species stands in a line as shown in Fig. 7. It is expected that, when the leguminous plants other than the tested are examined about their "suitability" to this nematode, they will be placed at some point on this line.

5) The fact that the soy bean nematode invades into the roots of plants hitherto not regarded as the host plants, may be applied as "trap cropping" effective for the control of this pest.

北海道に於けるノサシバエの季節的消長

桑　山　　覚*

ON THE SEASONAL PREVALENCE OF THE HORN-FLY, *LYPEROSIA IRRITANS*, IN HOKKAIDO

By Satoru KUWAYAMA

緒　　言

ノサシバエ (*Lyperosia irritans* LINNÉ) は，ヨーロツパ，東アジア，北アフリカ，北アメリカ，ハワイ，西インド諸島などに，広く分布する家畜害虫であるが，わが国にその分布が明かになつたのは，比較的近年のことに属し，桑山・加藤[5]が1939年に記録したのを以て最初とする。現在わが国に於ては北海道及び本州に知られているが，北海道では全道至るところに発生して，家畜，特に牛に著明な吸血害を与えている。しかし北海道に於ける本種の生態については，前記の桑山・加藤[5]及び加藤[4]の報告以外に見るべきものがないが，ここにはまずその予備的調査として，成虫の季節的消長について行つた観察の結果を報告する。

この調査にあたつては杉原勇三氏の一方ならぬ助力を得た。記して深甚の謝意を表する。

調 査 方 法

本調査は，昭和14年及び同15年の2箇年に行つたもので，5月上旬から12月上旬に亘り，毎月2〜3回定期的に札幌市外豊平町字真駒内に在つた旧北海道農事試験場畜産部に於て，11時から12時に亘る1時間，牛舎並にその附近の一定範囲を自由に休むことなく採集して得た成虫を数え，それを当日の採集頭数とした。

調 査 結 果

第1表　昭和14年の調査結果

Table 1　Horn-flies captured during the season of 1939.

調査月日	当日の気温 (°C)		採集頭数	全期間採集頭数に対する割合(%)	観察事項
	10　時	最高最低の平均	(頭)		
5月　8日	17.4	10.0	0	0	
22	9.7	8.4	0	0	
6　2	14.3	14.0	6	1.3	
12	14.9	17.7	8	1.7	
22	21.7	18.0	9	1.9	
7　2	22.3	16.8	16	3.4	
12	18.5	18.1	30	6.3	
22	26.3	23.8	31	6.5	
8　2	25.5	23.1	29	6.1	
12	26.9	24.3	49	10.3	
22	26.6	24.5	71	14.9	

* 北海道農業試験場

調査月日	当日の気温 (°C)		採集頭数	全期間採集頭数に対する割合(%)	観察事項
	10 時	最高最低の平均	(頭)		
9月 2日	26.7	22.8	86	18.1	
12	26.5	21.1	60	12.6	
22	21.5	17.1	59	12.4	
10 2	16.5	12.9	20	4.2	陽光のよく当る牛舎の窓ガラス面に集るものを採集，家畜の体上に認めない。
12	22.1	17.9	2	0.4	同前，運動不活潑。
23	8.1	5.1	0	0	
11 2	8.1	8.6	0	0	
13	− 4.0	− 2.4	0	0	
22	4.4	2.0	0	0	
12 2	− 3.1	− 4.1	0	0	

備考：　気温は札幌郡琴似町旧北海道農事試験場の観測値による。以下これに準ずる。

第2表　昭和15年の調査結果

Table 2　Horn-flies captured during the season of 1940.

調査月日	当日の気温 (°C)		採集頭数	全期間採集頭数に対する割合(%)	観察事項
	10 時	最高最低の平均	(頭)		
5月 6日	11.7	8.1	0	0	
15	11.0	10.7	0	0	
6 5	15.1	13.4	6	2.2	牛舎の内外で採集。
13	18.9	15.3	4	1.4	牛舎の窓ガラス面に静止せるものを採集，運動やや不活潑。
26	21.7	19.0	14	5.1	繋牧中の牛に寄生しているのを観察，牛舎内でも採集。
7 6	21.5	18.8	19	6.9	牛に寄生して吸血中のものも少なくない。
16	24.5	23.1	63	22.7	牛の周辺を飛翔し，又牛に寄生して吸血。牛舎の内外共に盛に活動しているのを見る。
8 5	25.9	23.6	28	10.1	
28	23.3	17.9	40	14.4	
9 17	12.2	14.4	39	14.1	
10 5	14.4	10.5	59	21.3	陽光のよく当る牛舎の窓ガラス面に集るが運動不活潑。野外ではその姿を見ない。
15	14.0	14.6	3	1.1	急減し，多くは陽光のよく当る窓ガラス面に集り，窓の下方などに斃死体を見出した。
25	15.2	11.8	2	0.7	
11 6	15.6	11.0	0	0	
16	12.6	6.6	0	0	
25	5.1	4.7	0	0	

曲線のうち実線は採集当日の平均気温，点線は旬別平均気温，黒柱はノサシバエ成虫採集頭数

第1図　札幌近郊に於けるノサシバエ成虫の発生消長

Fig. 1　Seasonal prevalence of the adults of horn-fly in the vicinity of Sapporo.

考察及び論議

札幌附近に於けるノサシバエの季節的消長については，桑山・加藤[9]が昭和13年の断片的観察に基き，成虫は6月10日に既に相当数を認め，7月中は比較的その数を増すことがないが，8月に入り急激に増加し，9月に入ると多少減少の傾向を示し，10月中旬に至つて全くその姿を没すると記したが，昭和14〜15年に行つた本調査の結果は殆どこれに一致している。則ち2箇年とも略同一の傾向を示し，5月中は全く発生を認めないが，6月に入るとその姿を現わし，7月中旬から急に数を増加する。昭和14年は9月上旬に最盛期に達したが，その峰は一般にはあまり高くはなく，8月，9月を経過して10月上旬に及び，同月中旬以降急激に減少して，10月下旬を過ぎると全く姿を没するのである。成虫の最初捕獲日から最終捕獲日までの期間は，昭和14年133日，同15年142日であつたから，本種の成虫発生期間は，6月上旬から10月下旬に至る約140日間と看做すことができよう。この事実は別に調査をした種牡牛1頭に対し15分間に集る成虫の頭数に関する次の成績によつても裏書せられる。

第3表　種牡牛1頭に対し15分間に集るノサシバエの頭数

Table 3　Number of horn-flies assembled to one head of bull in outdoors during 15 minutes of daytime.

調査月日	2/VI	12/VI	22/VI	2/VII	12/VII	22/VII	2/VIII	12/VIII	22/VIII	2/IX	12/IX	22/IX
頭数	1	5	3	8	3	4	9	0	11	18	20	18

備考：昭和14年調査，野外に単独繋牧した1頭の種牡牛（ホルスタイン種）を用い，毎調査日の日時から15分間に亘り，その間に飛来静止し又は吸血したものの頭数を数えた。

今，これをサシバエ(*Stomoxys calcitrans* LINNÉ)の成虫の季節的消長と比較するに，この種については桑山[5]がさきに報告したように，札幌地方では6月下旬から7月上旬の間に最初の発生を認め，その後7月中は殆ど個体数の増加を見ないが，8月に至つて漸増し，9月に入ると共に急増し，その後漸減して11月には著しく減少し，11月下旬に終熄する。この間大凡150日の発生期である。これに比べて本種ノサシバエは発生の初期，終期共に早く，発生期間も約2週間短かいが，最盛期は両種略一致して8月から9月の間にある。

更に，本調査の結果を海外に於ける従来の二，三の報告に対比する。朝鮮では，横尾・帆足[9]の水原での観察によれば，昭和15年には，「5月上旬より発生し，6月中旬頃より多少其の数を増し，7月に入り急増し，8月上中旬に最盛期に達し，以後順次減少し，9月に入り急減して10月中旬頃には終熄するものゝようである」と云い，又朝鮮半島に於ける分布調査の結果，「南鮮地方では4月下旬，中・西鮮地方では5月上中旬頃から発生して羊舎に来襲吸血し，6月中旬頃から漸次発生数が増加し，7，8月に最盛期に達し，10月一杯には殆ど終熄してしまうようである」と記している。則ち，初発期が著しく早いことは北海道のそれと全く異る点で，最盛期も同様早い傾向を示しているが，終熄期は両地方略一致している。

ヨーロツパでは，WILHELMI[8]のドイツでの観察によれば，6月に最も多いが，8月以後には見ることがないと云い，SMART[2]によれば，イギリスでの発生は南部地方に限られ，成虫は5月から8月に亘つて出現するとのことで，いずれも春季に発生多く，秋季に発生を見ない点に於て北海道の場合と著しく趣を異にしている。

しかるに北アメリカでは，カナダのHEARLE[3]によれば，6月までは成虫の発生は著しくなく，7月及び8月に最盛期となり，9月に入り天漸く寒くなつてその数を減ずると云い，アメリカ合衆国では古くRILEY及びHOWARD[7]によれば，この蠅は7月に発生が多いが，バーヂニア州では5月上旬に初発生を認め，晩秋に至つてその姿を消し，ワシントン附近では9月28日にも尚多数を見ることができると云い，更にBISHOPP[1]によれば，南西部諸州では春季に著しく発生数多く，秋季に再び数を増すが，夏季高温のときは発生が抑制されると述べている。これらアメリカの場合，初発生が早く5月にあること，最盛期が7月にあることなどは北海道と異り，むしろ朝鮮，ヨーロツパのそれに近似しているが，発生の終期が晩秋にあることは，北海道のそれに一致している。

摘　　要

1. 本報文には，北海道（札幌近郊）で昭和14，15両年に観察したノサシバエ（*Lyperosia irritans* LINNÉ）成虫の季節的発生消長に関して叙述した。

2. 両年の観察によれば，5月中は全く発生を認めず，6月に入ると共に初発生を見，7月中旬より急に数を増加するが，その後は著しい増加を見ずして8月，9月を経過し，10月上旬にまで及び，同月中旬以降急減して，同月下旬を過ぎると全く姿を没する。発生期間は約140日である。

3. 海外に於ける従来の記録は，初発生を概ね5月上旬に認めているが，北海道のそれは約1箇月おくれて，6月上旬にあることに注目すべきである。

4. 本種と共に発生の多いサシバエ（*Stomoxys calcitrans* LINNÉ）に比べて，本種の初発期並びに終熄期はいずれも3週間から1箇月早いが，発生盛期は両者略一致して8月から9月の間にある。

文　　献

1. BISHOPP, F. C.: Some Important Insect Enemies of Live Stock in the United States. [Year book U. S. D. A., 1912, pp. 383-396, 2 pls.] (1913)

2. EDWARDS, F. W., OLDROYD., H., SMART, J.: British Blood-sucking Flies. (1939) Ref. on pp. 117-118.

3. HEARLE E: Insects and Allied Parasites injurious to Livestock and Poultry in Canada. [Dom. Canada-Dept. Agr., Farm. Bul. 53 (Publ. 604)] (1938) Ref. on pp. 18-19.

4. 加藤靜夫：サシバヘ類とその防除法〔北農, Vol.6, pp. 391-395〕(1939)

5. 桑山　覺：北海道に於けるサシバヘの季節的消長

〔寒地農学, Vol 1, pp. 195-200〕 (1947)

6. 桑山　覺・加藤靜夫： ノサシバエ　(*Lyperosia irritans* LINNÉ) に就いて〔應用昆虫, Vol. 1, pp. 151-159, 1 pl.〕 (1939)

7. RILEY, C. V., HOWARD, L. O. : The Horn-Fly, 〔Insect Life, Vol. 2, pp. 93-103〕 (1889)

8. WILHELMI, J. : Zur Biologie der kleinen Stechfliege, *Lyperosia irritans*, L. 〔Sitzungsber. Ges. Naturf. Freunde, 1917, nr. 8/10 S. 510-516〕 (1917) Abs. in Rev. Appl. Ent., B, Vol. 9, p. 44

9. 横尾多美男・帆足準之助：朝鮮に於ける緬羊の吸血昆虫類に関する調査研究　第1報　刺蠅類の種類, 形態, 分布及び生態に就いて〔應用動物学雑誌, Vol. 13, pp. 14-38, 55-75〕 (1941) Ref. on pp. 68-71

Résumé

1) In the foregoing pages the writer has given an account of the results of his observations during 1939 and 1940 on the seasonal prevalence of horn-fly, *Lyperosia irritans* LINNÉ, in the vicinity of Sapporo, Hokkaido.

2) According to the observations, the adults of horn-fly do not emerge at all during May, but they begin to appear from the first ten days of June, increasing rapidly at the middle of July, while the appearance of adults is kept during August and September. The number of adult flies decreases rapidly from the middle of October and they disappear entirely at the end of October. The duration of adult activity is about 140 days.

3) These phenomena are somewhat different from those of Corea, Europe and North America, especially on the first appearance of adults in spring, which in Hokkaido is backward about one month compared with overseas.

4) Comparing with the seasonal prevalence of the stable-fly, *Stomoxys calcitrans* LINNÉ, in Hokkaido, the first appearance and disappearance periods of the horn-fly are alike earlier from 3 weeks to one month than those of the stable-fly, but coincide in the maximum appearances of both species.

牧野に於けるマダニの胚子發育に及ぼす温濕度の影響

難　波　直　樹*

ON THE EFFECT OF TEMPERATURE AND HUMIDITY UPON THE EMBRIONIC DEVELOPMENT OF TICKS IN PASTURAGE

By Naoki NAMBA

I. 緒　　言

北海道に於ける牧野のうちにはマダニ類の発生が甚だしく，放牧家畜を悩まし更にダニ熱（ピロプラズマ症）を媒介する事実も認められる場合があるので，マダニ類の分布及び生態を明らかにして，その防除対策を樹立する必要にせまられている。マダニ類に関する研究としては，わが国には小倉，高田，矢島，岸田及び淺沼などの諸氏のものがあるが，生態に関してはその知見に乏しいので，筆者が手を染めている牧野に於けるマダニ類の棲息環境に関する研究のうち，マダニの胚子発育に及ぼす温度及び湿度の影響についての実験的研究の一部をここに報告したいと思う。

II. 材料及び方法

実験に供したマダニは *Ixodes ricinus* LINNÉ と *Haemaphysalis bispinosa* NEWMAN の2種で，いずれも根室野付半島放牧地の放牧家畜に吸血中の雌成虫を採集し，以後引き続き畜産部に於て室内飼育により産卵させて，その卵を本実験に供した。供試卵数は各々種類別に100箇を使用し，一様に径2寸のシャーレ中に濾紙を敷き，水道水を与えて濾紙を湿潤させてその上で卵を飼育した。飼育には予め温度を調節せる孵卵器（18°，25°，28°，30°C）及び冷蔵庫（3°，−5°C）を利用し，湿度は常時これを正確に計り得ることは出来なかつたが，実験目的に近い湿度を常に保持するように萬全の注意を払つた。湿度は関係湿度として表現するには実験上無理なためこれを4段階に分けた。即ち多湿状態(＋＋＋＋)，中庸状態（＋＋＋)，低湿状態(＋＋)，及び比較的乾燥状態（＋）として表現することにした。胚子発育の状態は顯微鏡下にて観察した。

III. 實驗成績及び考察

1. 供試ダニによる産卵開始日，産卵終了日，産卵期間，産卵数及び斃死日を調査した結果は第1表に示す通りである。

第1表　供試ダニの産卵期間，産卵数及び産卵後の生存日数（昭和27年）

Table 1　Oviposition period, number of eggs laid and longevity after oviposition of *Ixodes ricinus* and *Haemaphysalis bispinosa* (1952)

NO	種　類	採集日	産卵開始日	産卵終了日	産卵期間	産卵数	斃死日	産卵後の生存日数
1	*I. ricinus*	月 日 Ⅵ/12	月 日 Ⅵ/19	月 日 Ⅶ/25	日 36	3,250	月 日 Ⅷ/ 2	日 8
2	〃	Ⅵ/12	Ⅵ/23	Ⅶ/ 5	12	530	Ⅶ/15	10
3	〃	Ⅵ/15	Ⅵ/26	Ⅶ/10	14	350	Ⅷ/ 1	22
4	〃	Ⅵ/16	Ⅶ/11	Ⅶ/20	9	360	Ⅶ/25	5
5	〃	Ⅵ/16	Ⅶ/13	Ⅶ/18	5	230	Ⅶ/21	3

* 畜産部牧野研究室

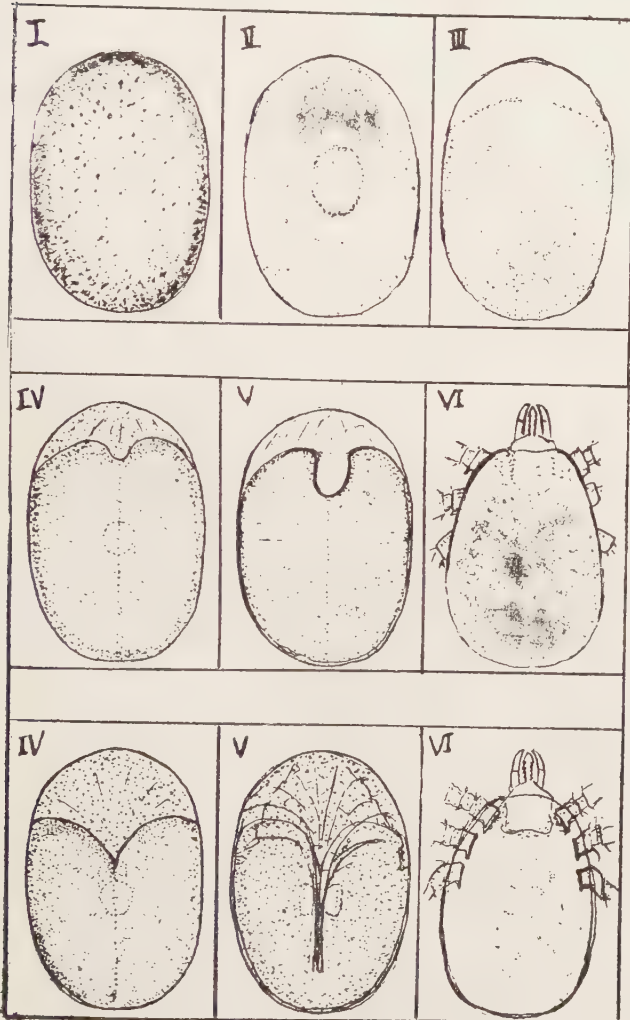
NO	種類	採集日	産卵開始日	産卵終了日	産卵期間	産卵数	斃死日	産卵後の生存日数
6	*H. bispinosa*	VI/13	VI/25	VII/ 3	8	230	VII/22	19
7	〃	VI/13	VI/26	VII/ 7	11	210	VII/10	3
8	〃	VI/15	VI/26	VII/ 9	13	1,120	VIII/ 3	25
9	〃	VI/15	VI/28	VII/10	12	390	VII/22	12
10	〃	VI/15	VI/28	VII/ 4	6	140	VII/16	12
11	〃	VI/16	VII/15	VII/23	8	210	VII/30	7
12	〃	VI/16	VII/21	VII/28	7	410	VIII/ 8	11

第1図　卵の正常発育過程

Fig. 1　The normal developmental process of tick eggs.

註　1. *Ixodes ricinus* の卵の発育過程を示す。
　　2. I・II・III は背腹共通 IV・V・VIの上段は背側，下段は腹側を示す。

第1表に示す如く産卵期間は *Ixodes ricinus* にあつては5～36日で，*Haemaphysalis bispinosa* にあつては6～13日であつた。産卵終了後3日で斃死するものもあつたが，25日の長きに亘り生存するものもあつた。BIHSOPP & SMITH[1] によれば *Dermacentor variabilis* では産卵期間は14～32日で，産卵終了後数日にして斃死したと報告している。

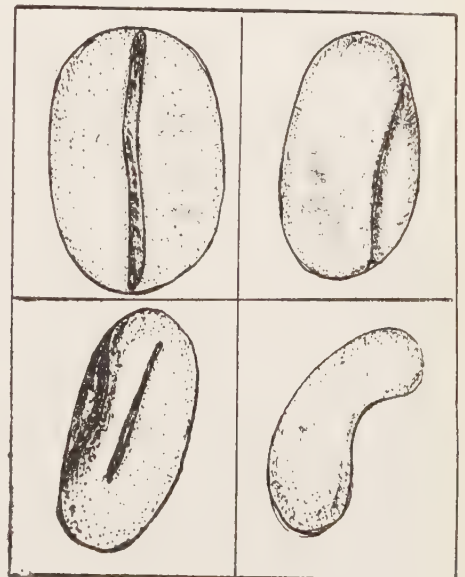
2. 卵の正常なる発育過程は第1図に示す如くで，ダニの卵は恐らく中央部に

第2図　不　発　育　卵

Fig. 2　Undeveloped eggs.

註　1. 各卵とも発育初期にみられる崩壊状態を示す。
　　2. *I. ricinus* 及び *H. bispinosa* ともにこのような状態を示した。

多量の卵黄を有する中黄卵の種類に属し，分化の主体となる原形質はその表面に薄い層をなして分布し，卵は両側より分裂を続けて漸次卵の腹面正中線に向つて拡充し，左右が相合して一条の胚子原基を形成して胚子の各部分が順次形成されて来るように観察された。

一方卵の発育過程中に乾燥，低温或は高温などの障碍により発育不能現象が認められて卵の死滅を来たすものがある。それは第2図に示す如くである

3. 温湿度別による胚子発育に要する日数及び胚子発育に対する影響は第2表に示す通りである.

第2表　胚子発育に対する温濕度別の影響

Table 2　Influence of temperature and humidity upon the embrionic developments of *Ixodes ricinus* and *Haemaphysalis bispinosa.*

NO	温度	濕度の状態	種類	胚子発育過程						孵化に要する平均期間	孵化率
				* I	II	III	IV	V	VI		
				日	日	日	日	日	日	日	%
1	18°C	(+)	*I. ricinus*	3	—	—	—	—	—	0	0
2			*H. bispinosa*	5	—	—	—	—	—	0	0
3		(+++)	*I. ricinus*	12	10	6	6	9	4	45	20
4			*H. bispinosa*	13	10	6	6	8	4	45	20
5		(++++)	*I. ricinus*	10	10	4	6	7	5	47	94
6			*H. bispinosa*	10	11	5	5	7	7	42	95
7	25°C	(+)	*I. ricinus*	3	—	—	—	—	—	0	0
8			*H. bispinosa*	2	—	—	—	—	—	0	0
9		(+++)	*I. ricinus*	10	5	9	8	6	7	41	50
10			*H. bispinosa*	10	5	8	6	5	6	42	53
11		(++++)	*I. ricinus*	8	4	8	5	5	7	34	100
12			*H. bispinosa*	8	5	9	6	5	9	38	100
13	28°C	(+)	*I. ricinus*	2	—	—	—	—	—	0	0
14			*H. bispinosa*	2	—	—	—	—	—	0	0
15		(+++)	*I. ricinus*	5	6	5	5	3	5	27	36
16			*H. bispinosa*	5	5	4	5	4	5	26	38
17		(++++)	*Ii ricinus*	5	5	4	4	3	5	24	100
18			*H. bispinosa*	5	5	4	4	3	4	24	100
19	30°C	(+)	*I. ricinus*	2	—	—	—	—	—	0	0
20			*H. bispinosa*	2	—	—	—	—	—	0	0
21		(+++)	*I. ricinus*	5	6	6	5	4	6	30	28
22			*H. bispinosa*	5	4	4	4	4	8	28	24
23		(++++)	*I. ricinus*	5	5	5	4	3	7	26	55
24			*H. bispinosa*	5	4	4	4	4	9	26	52

* 胚子発育過程，I，II……VIは第1図のI，II……VIの段階にある平均日数を示す。

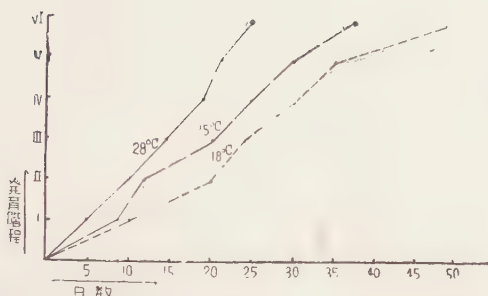
第2表によれば，*Ixodes ricinus* 及び *Haemaphysalis bispinosa* との差異は全く認められず，胚子発育の過程はいずれも同様な経過を示した。概して卵の発育には多湿の状態がよく，低温に置く場合は発育が不整になるばかりでなく，中には第2図に示したように早期に卵の崩壊がみられた。しかし高温で多湿の状態に置いた場合にも卵の崩壊がみられた。特に低湿で比較的乾燥状態に保ち，シ

第3図　多湿状態に於ける温度別による発育過程日数（*Ixodes ricinus*）

Fig. 3 Days of embryonic development under different temperature in high humidity condition (*Ixodes ricinus*).

ャーレ中の濾紙にも水分を与えなかつた場合は卵の崩壊は殊に早期に現われ，孵化は全くみられなかつた。比較的順調に発育が進み，しかも良好な孵化率を示したのは何れも多湿の状態に保つた時であり，中でも28°Cの場合では最も孵化が早く，*Ixodes ricinus* では最初の孵化は23日目，最終のそれは29日目なることがみられた。SMITH[4] 等が *Dermacentor variabilis* にて実験した結果によると，27°Cでは平均27日で孵化し，23°Cでは最初の孵化が36日目にみられたと報告している。

4. 温湿度を2日或は5日間隔で変更することを交互に繰り返すことによつて孵化率に如何なる影響があるかを実験した結果は第3表に示す通りである。

第3表　変温変湿の孵化率に及ぼす影響

Table 3 Effect changing temperature and humidity upon the hatching rate.

NO	変温変湿交互順序				間隔日数	交互回数	孵化率	孵化に要する平均期間
	A		B					
	温度 °C	湿状態	温度 °C	湿状態	日	回	%	日
1	18	++++	28	++++	2	10	98	40
2	18	++++	28	++	2	5	89	43
3	18	+++	30	++++	2	10	47	38
4	28	++	30	++++	5	5	32	45
5	28	++	30	++	2	10	20	35
6	18	++++	30	+++	2	15	15	47

註　*Ixodes ricinus* を使用，尚供試卵は一様にⅠの段階にあつたものである。
供試前及び供試後の卵は25°Cの恒温で湿度を(++++)の状態に置いた。

上表によつて見られる如く，その影響は変温及び変湿があつた場合と，交互回数が多い場合に孵化率の低下する傾向が認められた。しかしこの低下の傾向は変温及び変湿による影響であるのか或いは交互回数によるものが解明することは出来なかつたけれども，恐らく湿度の急変が多少とも卵の発育上に影響があるように見受けられた。

5. 低温接触がその後の胚子発育に及ぼす影響については第4表に示す通りである。

第4表　低温接觸の孵化率に及ぼす影響

Table 4 Hatching rate of eggs exposed to low temperature.

NO	温度	接觸日数	発育するも孵化せざりし卵	孵化率	接觸解放後の孵化に要する期間
		日	%	%	日
1	3°C	5	0	100	36
2	〃	10	0	98	39
3	〃	15	0	95	42
4	〃	20	10	80	44
5	〃	30	20	67	48
6	5°C	5	3	97	40
7	〃	10	11	86	44
8	〃	20	18	75	47
9	〃	30	34	54	49

註　本供試卵は接觸前は一様にⅡの状態にあつたものである。接觸解放後は25°C，濕度は(++++)の状態にして実験した。

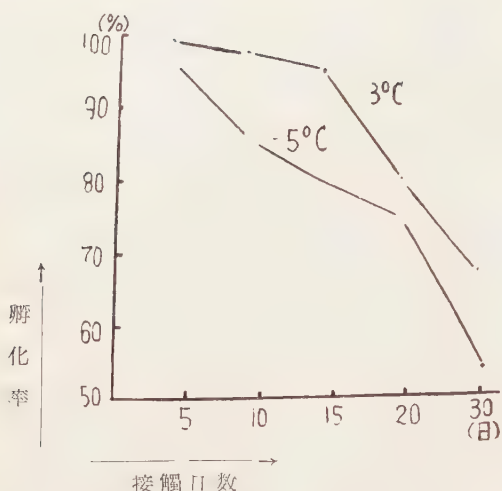
第4表に示すごとく，その影響は3°C 30日接触では67%，−5°C 30日接触では54%の孵化率を示し，その約半数が影響を受けている。中には接触解放後順調に発育しながら孵化が遂に見られなかつた現象もあり，孵化そのものに対する低温接触期間中に受けた何等かの影響ではなかろうかと思われるが，このことについては更に実験を試みる必要がある。昆虫卵に対する低温感作の影響については多くの種類について報告されているが，その中で吸血昆虫のシナハマダラカの卵について行つた細井[3]は，5°Cの低温に置いた場合には接触日数の長引くにつれて孵化率は低下し，26日以上経過したものでは孵化を見ることが出来なかつたと報告し，又 HASE[2] はトコジラミの卵について同様の実験を行い，5°C 20日接触で36%の孵化率を示したが，同じく39日接触では孵化をみる

第4図　低温接觸日数と孵化率との関係

Fig. 4　Relation between the duration of exposuing to low temperature and hatching rate of eggs.

ことは出来なかつたと報告している。

以上の実験から牧野に於けるマダニの卵の発育上，好適な環境を推察すれば，先ず第一に卵を保護する庇護物のあること，第二は湿気の多い処で温度の急激な変化のない処であると思われる。今回の室内実験と並行して，充分吸血した両種の雌成虫を笹の生じている野草地に一定の囲をして，その中に自然放飼して観察した処によると，マダニの卵は笹の落葉が堆積している上から3～4枚目の間隙に産卵しているのを見受けた。これは外敵から免かれることと，温湿度の比較的変化の少ない処のように思われる。この囲内に於ける産卵期間中の平均温度は26.8°Cで湿度は83%であつて，室内の実験結果と大体近似しているように思われる。

一般にダニは牧野の良，不良に関せず野草地及び森林地などに多く，牧草放牧地には少ないように観察されるが，野草放牧地及び森林放牧地には種々の草種が密生し庇蔭度が高く，刈り取られることも少ないので，地上には落葉の堆積，腐植も多く，従つて湿気が高いので或いはマダニ類の好適した環境ではないかと想像される。これに反し牧草放牧地は，草丈は野草の如く高くなく，庇蔭度及び落葉の堆積も少なく，比較的排水が良好で湿度も野草地より低く，温湿度には野草地より変化が多いと考えられ，仮に牧草地に産卵されてもその孵化率は低下する場合があるのではないかと考えられる。しかしこれらの点は今後更に実験を要するところである。

Ⅳ. 摘　　要

1. 本実験に供試した卵は *Ixodes ricinus* 及び *Haemaphysalis bistinosa* の2種であるが，両種間に於ける胚子発育の階程，孵化期間及び温湿度に対する影響には何等差異が認められなかつた。

2. 孵化に要する期間は温湿度によつて異るが胚子発育上好適と思われる温度は 26°C～28°C であり，湿度は多湿の状態に置かれたときである。卵は高温及び低湿には弱くその儘の状態に置くときは早晩卵は崩壊を来たし，発育不能となつた。

3. 温湿度の急激なる変化は胚子発育には多少の影響を与えた。これは自然環境下に於ける産卵場所を選択する要素とも考えることが出来る。

4. 低温に対する卵の影響はあまり認められなかつた。本実験に於いて低温接触30日間で 3°C及び－5°Cに置いたときの孵化率は それぞれ67%及び54%の孵化率を示した。

終りに臨み，御指導並びに校閲の労を執られた北海道農業試驗場次長桑山覺博士並びに実驗に際し御指導を戴いた北海道大学助教授山下次郎博士に感謝し，併せて実驗材料の採集に当つて便宜を與えられた道立農業試驗場根室支場の関係各位に対し敬意を表する。

参 考 文 献

1) Bishopp, F. C. and Smith, C. N., 1938 : The American dog tick, Eastern Carrier of Rocky Mountain Spotted Fever. U. S. Dept. Agr. Cir. 478.

2) Hase, A, 1930 : Weiter Versuche zur kenntnis der Bettwanzen *Cimex lectularius*, L., und *Cimex rotundatus*, Sign. Parasitenkunde., 2 : 368～418.

3) 細井輝彦，1943：シナハマダラ蚊の卵に及ぼす温濕度の影響，上海自然科学研究所彙報，13巻，4号.

4) Smith, C. N., Cole, M. M. and Gouck, H. K. 1946 : Biology and Control of the American Dog Tick. U. S. Dept. Agr., Tech. Bull. 905.

5) 矢島朝彦，1937：日本産マダニ科（Family Ixodidae）中主として牛馬に寄生する種類の形態並分布に就いて，農林省獣疫調査所報告，第17号.

Résumé

1. Experimenst were carried out on the effect of temperature and humidity upon the embryonic development of two species of ticks, *Ixodes ricinus* and *Haemaphysalis bispinosa*.

There was no peculiar difference between the twe species in embryonic development, incubation period and the effect of temperature and humidity upon incubation.

2. The incubation period varies with temperature and humidity. The optimum temperature and humidity for the development of embryo were 26°C ~28°C, and high humidity condition.

The eggs which were kept on high temperature and low humidity, were deprived of their activity and fell into collapse sooner or later.

3. An acute change of temperature and humidity had bad effect upon the development of eggs. It may be said that ticks choose the ovipositing place which can be kept out of these rapid changes in the natural condition.

4. The eggs were not obviously influenced by low temperature. Hatching rate of the eggs that had been kept for 30 days at low temperature such at 3°C and −5°C showed 67% and 54%, respectively in this experiment.

温床紙の透過率

千葉　豪*

INSOLATION PERMEABILITY OF THE OIL PAPER OF HOT-BED

By Takeshi CHIBA

1. 緒　　言

温床紙は苗代被覆期間中，日射や風雨にさらされているため，見掛け上の変質汚染が甚しい。従つて紙の日射透過率が次第に変化し，各苗代内の気象状態はそれぞれの温床紙の始めの透過率だけによつては比較され得ないであろうと思われる。たまたま当場作物部に於て苗代様式比較試験が行われたので，それに使用した温床紙につき，日射透過率の変化を調べた。

又これらの温床紙は，日射の全エネルギーに対する透過率が異るばかりでなく，波長の異る光線に対してもそれぞれ異る透過率を示すであろう。被覆紙の色彩が育苗上に及ぼす影響を調べるためには，是非このような紙の選択的透過を測定する必要が生じて来る。これについては着色セロフアンを用いて行つた冷床苗代の試験の例もある[1]ので前記の温床紙と共にセロフアンについても，波長別透過率をごく大ざつぱに測定してみた。本試験は温床紙の物理性を調べるため予備的に行つたものゝ一部である。

2. 日射エネルギーの透過率

(1) 試料及び測定方法

試料は全国各メーカーのものから10種類を集めたが，材料，製法などは不明なので，メーカー別に1から10迄番号を以て表わすことにする。測定は各温床紙につき使用前，被覆中，使用後の3回にわたつて行い，それぞれについて太陽高度と日射透過率の関係を測定した。苗代の被覆期間は5月8日～27日の20日間であつたので，被覆中のものとしては，始めの10日間被覆に使用した紙を用いた。

測定にはゴルチンスキイ日射計を用い，日射計を温床紙で覆つたときの読取りを R_1，除去したときの読取りを R_2 として，透過率 $P=\frac{R_2}{R_1}$ を求めた[2]。温床紙はボール紙を打ち抜いた枠に貼りつけて，日射計の上面を水平に覆うようにし，この際透過光以外の輻射の侵入を防ぐため日射計はいつも適当な枠の中におさめておいた。

(2) 測定結果

第1図には太陽高度と日射透過率の関係につき使用前，被覆中，使用後の3回にわたつて測定した結果を示してある。太陽高度は30°から70°位までの間をとつたが，この間の平均透過率とその被覆日時の経過に対する変化及び太陽高度に対する使用前透過率の実験式を第1表に示した。

日射透過率は太陽が低くなると共に直線的に減少し，又被覆後時日の経過にしたがつて透過率が悪くなる。即ち被覆10日後には平均透過率が被覆前の85～95％に減じ，20日後には被覆前の70～90％に減ずる。これは油が流亡し紙が変質汚染するためであるから，10日後，20日後のパーセンテージの小なもの程透過に関する変質が甚しいことになる。使用前透過率の太陽高度に対する変化の勾配は実験式から明らかなように0.9～1.1であり，紙による相違はあまり大きくないが，紙が古くなるにつれてこの勾配のいくらか変つて来るものもあつた。又透過率は紙の種類によつて10％位の差を生じたが，日時の経過にともなう透過率の減少程度は紙と油の質に関するものであり，使用前透過率の良し悪しによつては何等の影響もみられなかつた。

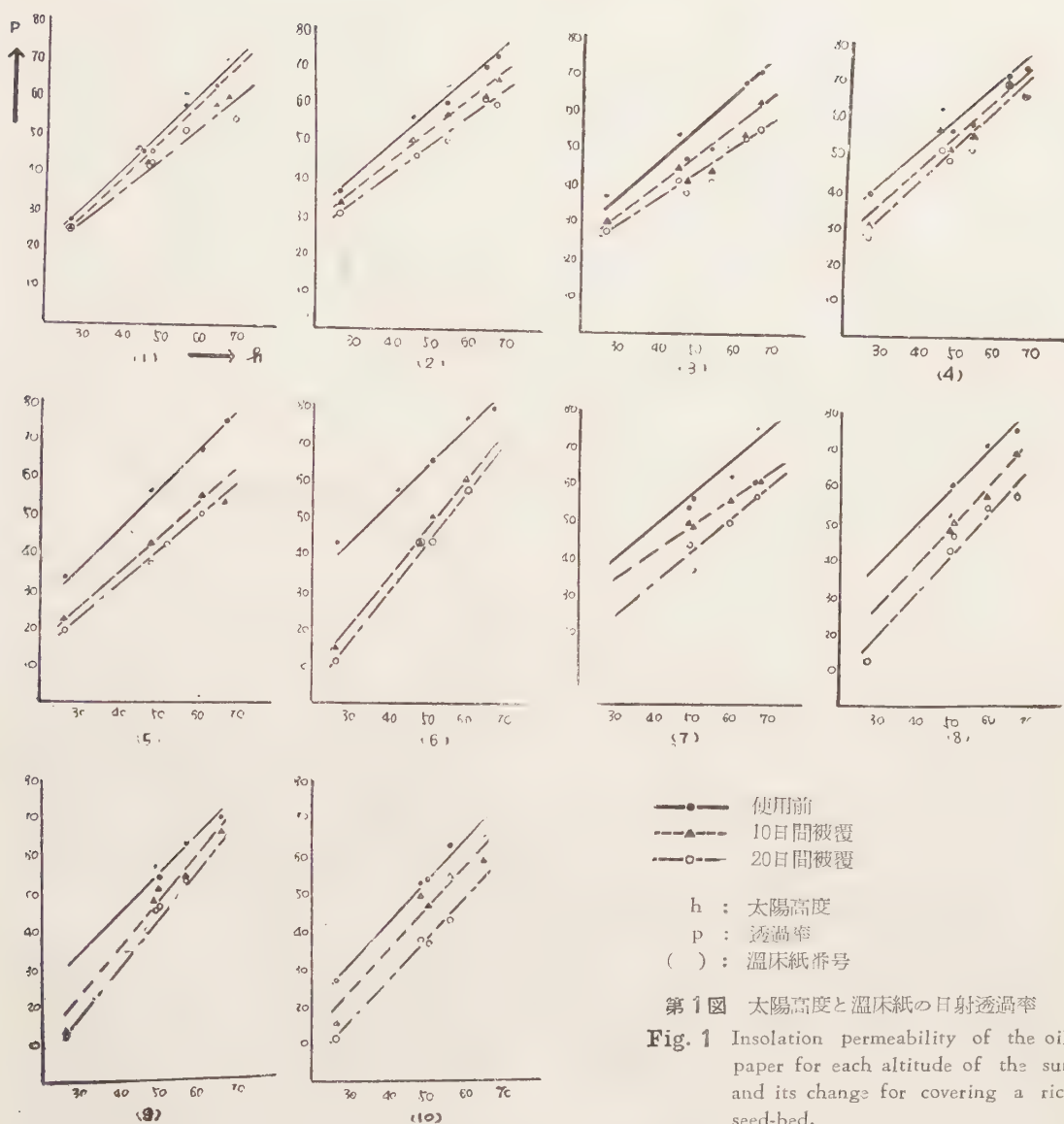
* 農業物理部農業気象研究室

第1図 太陽高度と温床紙の日射透過率

Fig. 1 Insolation permeability of the oil paper for each altitude of the sun and its change for covering a rice seed-bed.

第1表 温床紙の日射透過率

Table 1 Insolation permeability of the oil paper and its change for covering a rice seed-bed.

温床紙番号	平均透過率%（太陽高度30°〜70°）			被覆期間中透過率減少の割合 %		実験式（使用前透過率）P：透過率 % h：太陽高度 °
	使用前 P_0	10日間被覆後 P_1	20日間被覆後 P_2	$\frac{P_1}{P_0}\times 100$	$\frac{P_2}{P_0}\times 100$	
1	50	48	43	96	86	$P=h$
2	58	53	49	91	85	$P=13+0.9h$
3	55	48	44	87	80	$P=10+0.9h$
4	60	57	53	95	88	$P=15+0.9h$
5	56	44	40	79	72	$P=3.5+1.05h$
6	63	47	43	75	68	$P=18+0.9h$

温床紙番号	平均透過率%（太陽高度30°〜70°）			被覆期間中透過率減少の割合　%		実験式（使用前透過率）P：透過率 %　h：太陽高度 °
	使用前 P_0	10日間被覆後 P_1	20日間被覆後 P_2	$\frac{P_1}{P_0}\times 100$	$\frac{P_2}{P_0}\times 100$	
7	55	48	41	87	75	P＝12.8＋0.88h
8	59	49	42	83	71	P＝4＋1.1h
9	55	47	42	86	76	P＝2.5＋1.05h
10	53	46	38	87	72	P＝0.5＋1.05h

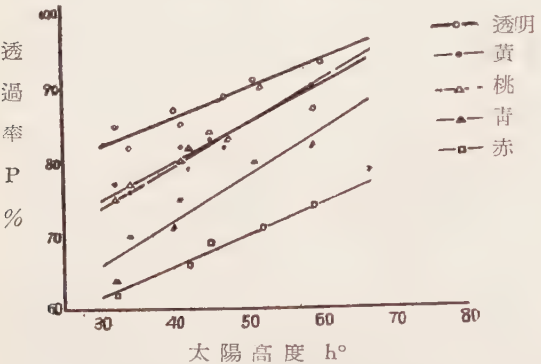
セロフアンについて測定した太陽高度と日射透過率の関係は第２図に示してある。温床紙の場合と比較するため，セロフアンについても太陽高度30°から70°までの平均透過率と太陽高度に対する透過率の変化の実験式を第２表に示した。

第２図　セロフアンの日射透過率

Fig. 2　Insolation permeability of cellophane

第２表　セロフアンの透過率

Table 2　Insolation permeability of the cellophane.

セロフアンの種類	平均透過率%（太陽高度30°〜70°）	可視部透過率	実験式　P：透過率　h：太陽高度
透明	90	87	P＝72.5＋0.35h
黄	85	63	P＝60＋0.5h
桃	85	63	P＝57.5＋0.55h
青	78	54	P＝48＋0.6h
赤	70	18	P＝47.5＋0.45h

セロフアンは温床紙に比べると平均約25%程も透過率が大きく，その太陽高度に対する変化の勾配は小さかつた。即ち太陽が低くなつても温床紙ほど透過率を減ぜず，減ずる割合は温床紙の半分位であつた。

この測定に使用した日射計は受光部がガラスの半球で覆われているので紫外線を通さないが，日射エネルギーの全量に比べれば紫外線量は殆ど問題にならない。尙セロフアンについては，日蔭の室内に於て自然光のまゝ照度計による測定を行いこの結果を第２表に示した。これは天空輻射の中可視部附近の透過率を現わすとみてよいであろう

3.　波長別透過率の判定

(1)　測定方法

温床紙やセロフアンは広い範囲の波長を透過すると思われるが，判定を容易ならしめるため，水銀燈を光源として分光写真を撮影した。水銀燈は可視部から主に紫外部にわたつて十数個の輝線スペクトルを有しており，撮影した写真を「標型スペクトル表」と比較すれば，各輝線の波長を容易に知ることが出来る。

分光写真の撮影及び透過率の判定は次のようにして行つた。第３図を例にとると，先ず第１列目

露出　|→菫外線

•2
8
4
3
2.5
2

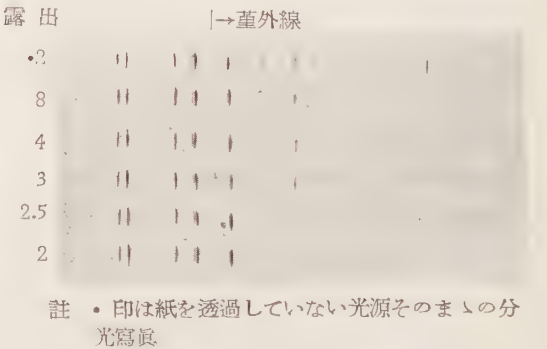
註　• 印は紙を透過していない光源そのまゝの分光寫眞

第３図　温床紙の分光寫眞

Fig. 3　Spectrographs

に露出２秒で光源の分光写真を撮り，つぎに温床紙で光源を包み，乾板を2列目，3列目と送りながら2秒，2.5秒，3秒，4秒，8秒の露出で同様に分光写真を撮つた。この露出時間は各温床紙の透過率に従つて適当に変えなければならなかつた。乾板を現像し，最も長い5.8×10^{-5}cmの波長の輝線スペクトルにつき各列の濃度を比較すると，温床紙を

かけないで撮つた第1列の輝線の濃度は温床紙で光源を包んだときの濃度に比べて丁度露出時間4秒と8秒の間にある。第1列の露出は2秒であるからこの温床紙の波長5.8×10^{-5}cmの光に対する透過率は$\frac{2}{4}\sim\frac{2}{8}$，即ち50%と25%の間にあるということになる。同様にして各波長の輝線につき透過率を求めたが，この程度の濃度判定は目測によつて容易に出来た。この方法では透過率を精密に求めることは出来ないが，一定の波長の光が透過するか否か，透過するとすれば大体どの程度であるかを見積ることが出来る。殊に紫外線が広範囲にわたつて現われること，測定が簡単であり乾板の特性を考慮する必要がないことなどが便利である。

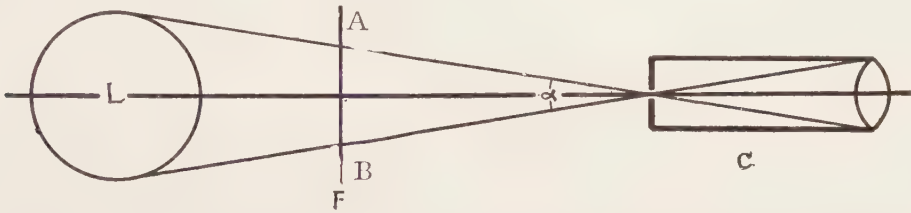
温床紙を透過した光を撮影する場合，光源を温床紙で包んだのは次の理由に基く。第4図に於て光源から出た光の中 $<\alpha$に含まれるものだけが分光器の光学系に乗つてスペクトル像を結ぶ。この

第4図　温床紙による光の散乱

Fig. 4　Ray is scattered by the oil paper out of the optical system.

L：光　源
F：温床紙
C：コリメータ

第3表　波長別透過率（%）

Table 3　Permeability of monochromatic light of mercury lamp.

波長 ×10⁻⁶ cm	温床紙番号										セロファン				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	透明	桃	黄	青	赤
58	50～25	80～67	50～25	100～67	50～25	50～25	80～67	80～67	67～50	100～80	100	100～67	100	67～50	50~25
55	67～50	67	50～25	100～67	67～50	67～50	80～67	67	67～50	67～50	100	100～67	100	67～50	25>
43.6	50～25	67～50	50～25	67～50	67～50	67～50	67～50	67～50	67～50	50～25	100	100～67	33～25	100～80	25≧
40.5	50～25	50～25	50～25	67～50	50～25	50～25	50～25	50	67～50	25≧	100	105～67	25	80～67	25≧
36.6	25>	25>	25>	50～33	25>	25>	25≧	25≧	25≧	○	100～67	100～67	25	67～50	25>
33.5		25>		25>				○	25>	○	100～67	100～67	25	67～50	25>
31.3		25>		25>				25>	25>		67～50	100～67	50～33	50～25	25>
30.3											50～33	100～67	33	50～25	25>
29.7				25>							67～50	100～67	50～33	67～50	25>
29.0											67	100～67	50～33	50～25	25>
28.0											67	100～67	50～33	50～25	25>
27.5											67	100～67	50～33	50～25	25>
27.0											67	100～67	50～33	50～25	25>
26.6											67～50	100～67	25	50～25	25>
25.4		○			25>				○	○	67	100～67	33～25	50～25	25>
24.8															

註　25>は25%以下　25≧は25%より小であるが非常に近い。　○は極く微量　50～25は50%と25%の間

光束を温床紙Fで遮蔽すると一部は紙の表面で反射され，又一部は紙に吸収されて残りが透過光となる。しかしこの透過光は全部が $<\alpha$の中には入らず，紙の繊維や粗面のため相当の光が $<\alpha$の外光散乱されてしまい，ABの外側から散乱されるには $<\alpha$の中には入り得ない。従つて第3図のよ

うな測定方法では，透過率はかなり小さく現われるであろう。水銀燈の光源はもともと散乱光を発しその中の一部が $\angle\alpha$ の中に入つてくるのであるから，温床紙を以て光を光源において包むことにより，上記のような透過光の損失を略々防ぐことが出来るであろう。しかし，元来概略の測定であるから，結果は相対的にのみ観察した方がよいと思われる。

(2) 測定結果

第3表を見れば明らかなように，セロフアンは温床紙に比して広範囲の波長をよく通している。即ち温床紙に於ては可視光線の他紫外線の中では長波長のものしか透さないが，セロフアンは短い波長のものもかなりよく透している。これは第3図の(1)と(2)を比較すれば一層よくわかる。このことから単色光が育苗上に及ぼす影響を判断するために，着色セロフアンをフイルターとして用いるのは不適当であることがわかる。

又紙の色彩による特長も大体現われている。温床紙は一般に黄色を帯びているので波長 5.8×10^{-5}cm 及び 5.5×10^{-5}cm の光の透過率が最も大きいが，青色セロフアンでは 4.36×10^{-5}cm の光の透過率が最も大きい。赤色セロフアンは，光源の波長が足りないためによくわからないが，最も近い 5.8×10^{-5}cm だけがやゝ大きく，それ以下はごく僅かしか透過していない。尙透明なセロフアンでは，可視光線は略一様に透過するが，紫外部に入ると透過率がおちる。このような傾向は他の紙に於ても同様にみとめられた。

4. 要　　約

温床紙の日射透過率が苗代被覆期間中に変化する状態及び温床紙，セロフアンの波長別透過率の概略を調べた。

10種類の温床紙につき被覆に使用する前，被覆後10日及び20日間の被覆期間を経た後の3回にわたつて透過率を測定した結果，太陽高度30°～70°に対する値の平均即ち50°の値として被覆10日後には被覆前の85～95%，20日後には被覆前の70～90%に減少した(第1表)。

5種の着色セロフアンの透過率は太陽高度30°～70°に対する値の平均が70%～90%であり，温床紙が50～60%なのに比べて平均25%も大きく，太陽高度に対する透過率の勾配は温床紙の約半分位であつた(第2表)。

前記の温床紙と着色セロフアンを用いて水銀燈の光源でスペクトル写真を撮影し，光の波長別透過率を判定した結果(第3表)は

(1) 温床紙は可視光線の他紫外線の長波長のものしか通さないが，セロフアンは短い波長のものもかなりよく透過した。

(2) 紙の色彩に相当する光は他の光より比較的多く透過するが，着色セロフアンは単色光を得るフイルターになることは出来ない。

5. 参考文献

1) 北海加工紙株式会社研究室，1949：着色セロフアン紙による水稻冷床育苗上の影響について

2) 須藤松壽，1944：温床紙の日射透過率について，北海道気象要報，第2巻，第4号

Résumé

An experiment was carried out to examine how the oil paper. changed in insolation permeability while it covered a rice seed-bed. For each altitude of the sun insolation permeability was measured in three cases — before using the paper to cover a rice seed-bed, after covering for ten days and after covering for twenty days, thus ten different oil papers were examined.

As the result it was recognized that permeability went on decreasing as the suu became lower and as the covaring term grew longer.

In another experiment permeability of each monochromatic light of mercury lamp was measured approximately by using spectrographs. Though the oil paper transmitted somewhat only long wave radiations of ultraviolet ray, cellophane did short wave radiations also pretty well, and the oil

paper transmitted the radiation corresponding with its color more than the other.

The cellophane had larger permeability of insolation energy than the oil paper too.

畜産食品中の遊離アミノ酸について†

西原雄二* 藤野安彦*

ON THE FREE AMINO ACIDS IN SOME ANIMAL PRODUCTS

By Yuji NISHIHARA and Yasuhiko FUJINO

緒　　言

市販の畜産食品の中，蛋白或は脂肪給源として賞味せられるものに，チーズ，ハム，ベーコン及びソーセージがある。これらの食品に特有の風味は，その中に含まれる各種の栄養素に由来することは云う迄もないが，その中で特に水溶性有機窒素化合物，主としてアミノ酸が大きな役割を演じていることは見逃せない。我々はこれらの食品の風味成分としてのアミノ酸が，生肉から製品に至る過程に於て如何に消長するかを研究しつゝあるが，差当り市販の畜産食品について，その遊離アミノ酸をペーパークロマトグラフイによつて分析したので，その結果を報告する。

元来，上記食品に含まれる遊離アミノ酸は，その量が微量であるために，個々の遊離アミノ酸についての詳細な分析は殆ど行われ得なかつた。近時微生物或はペーパークロマトグラフイ等による微量分析法が導入されるに及んで，これら食品中の遊離アミノ酸の比較的簡単な分離確認が可能となつたのである。

チーズ，ハム，ベーコン及びソーセージーの中チーズについては割合早くから個々の遊離アミノ酸の分析が試みられたが検出が充分でなく，最近KOSIKOWSKY (1951)[1] がペーパークロマトグラフイによつて，チエダーチーズ中に約20種に及ぶアミノ酸の存在を報告するに至つた。ハム，ベーコン及びソーセージについては従来殆ど報告がなく今後の研究に俟つべき点が多い。依つて本報告に於ては，市販のチーズと共にハム，ベーコン及びソーセージについて概括的な分析を試みた次第である。

實驗方法

試料液の調製： 試料の調製に当つては，KOSIKOWSKY (1951)[1] がチーズの試料を調製せる方法を参照した。先ず5～10gの原品を取り，数ccの蒸溜水と共に乳鉢内で充分細挫し，蒸溜水を加えて100ccとなしたる後，攪拌し乍ら80°Cに5分間温め，室温冷却後濾過する。この時高級脂肪酸及び熱凝固性蛋白が除去せられ，濾液は概ね透明となる。濾液の25ccに95%アルコール75ccを加え，室温に越夜後生じた沈澱を濾過する。この時アルコール凝固性の蛋白及び大部分の塩類が除去せられ，濾液は完全に透明となる。アルコール性濾液の5ccを小ビーカーに取り（0.1mg～0.2mg.Nを含む），減圧乾燥後0.1ccの蒸溜水に溶かしてアミノ酸の試料液とする。尚実験に当つて試料を過酸化水素で処理する方法を併せ行つた。

ペーパークロマトグラフイ： 実施に当つて，佐竹の綜説（1949）[2] を参照し二次元上昇法を採用した。先ず東洋濾紙 No. 50（ペーパークロマトグラフイ用，40cm×40cm）の一隅から4cm×4cmの点を原点とし，上記アミノ酸試料液0.1ccを注射針を以て附着せしめる。その際試料液が直径1cm以上拡散せざるよう極く少量宛附着させ，その都度乾燥して遂に0.1ccに至るようにする。(第1図a)。

次いで濾紙を円筒状に捲いて，AB，DC辺を

---

† 本稿の要旨は，昭和27年9月8日，日本畜産学会に於て発表した。

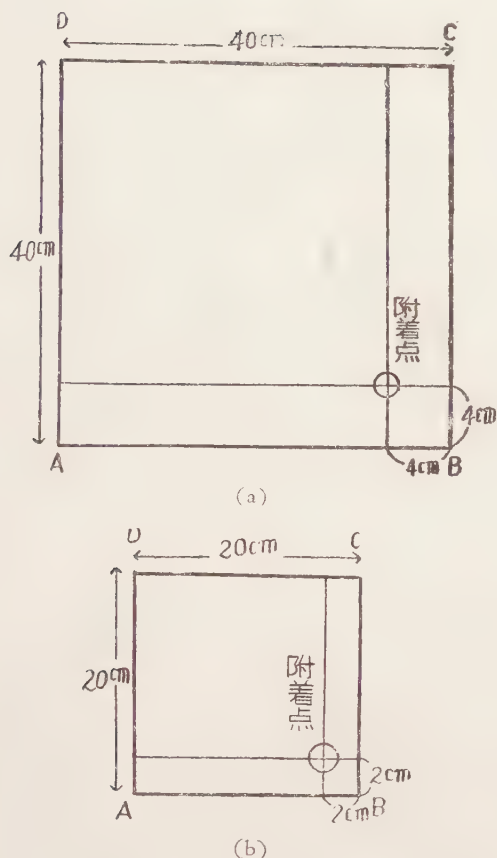
* 畜産部畜産加工研究室

第1図 試料の附着点

Fig. 1 Application point of the sample to the filter paper.

ゴム糊をつけた薬包紙の小片で止め，BC辺を下方にして平皿に入れた水飽和のフェノール液中に立てる。平皿及び濾紙を硝子鐘で覆い，上昇法によつて20時間溶媒を滲透せしめると，原点に附着したアミノ酸はBA辺に沿つて移動する。濾紙を硝子鐘から取り出し，完全に風乾した後直角方向に捲き直して，今度はAD，BC辺を，ゴム糊をつけた薬包紙の小片で止め，AB辺を下方にして平皿に入れた水飽和のルチジン，コリジン液中に立てる。第1回目と同様にして溶媒を滲透せしめると，各アミノ酸はBC辺に沿うて移動する。濾紙を取り出して完全に風乾した後，0.1%のニンヒドリン，ブタノール溶液を濾紙全体に噴霧し，100°Cに数分間保つと展開したアミノ酸が夫々の位置に呈色して確認せられる。各アミノ酸の同定はRfの計算及び既知アミノ酸混合物のクロマトグラムとの比較によつて行つた。

$$\left(Rf=\frac{（アミノ酸の移動距離）}{（溶媒の滲透距離）}\right)$$

尚20cm×20cmの濾紙を用い，一隅から2cm×2cmの点を原点として二次元展開を行つて得るペーパークロマトグラムは，40cm×40cmの濾紙を用いた場合よりも操作が容易で展開も5～7時間で済み，且つアミノ酸相互の分離確認に支障がなかつたので，同一試料を繰返して行う場合には此の小さい濾紙を用いて展開した（第1図b)。

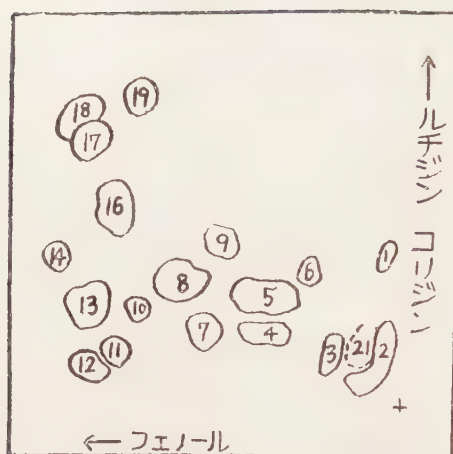
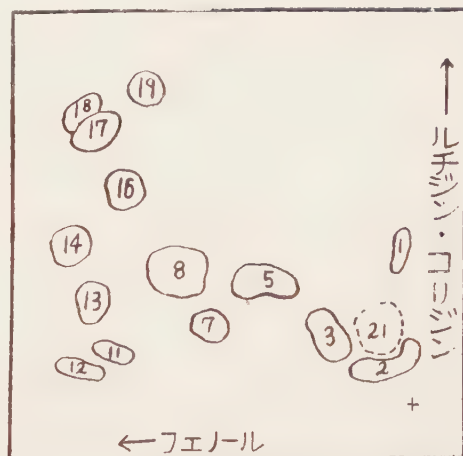
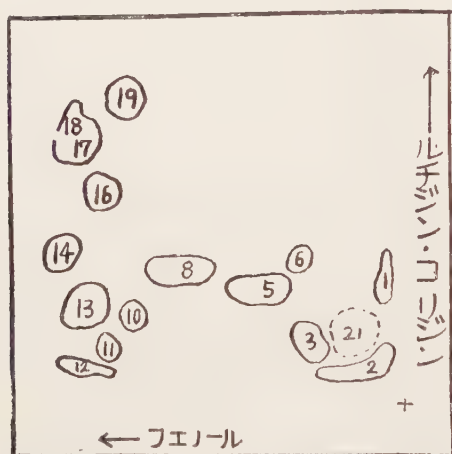
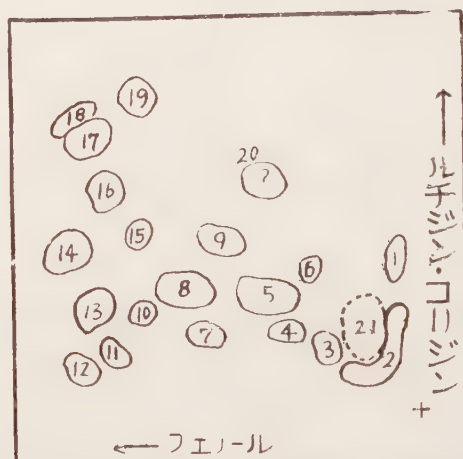
實驗結果並びに考察

チーズ，ハム，ベーコン及びソーセージ中の遊離アミノ酸のペーパークロマトグラムは，夫々第2図の (a)，(b)，(c) 及び (d) に示す如くである。

チーズ中に見出だされた遊離アミノ酸は，シスチン（システイン酸として)，アスパラギン酸，グルタミン酸，アスパラギン，グリシン，セリン，グルタミン，アラニン，スレオニン，ヒスチジン，リジン，アルギニン，メチオニン，（スルフオキシドとして)，プロリン（＋オキシプロリン)，バリン，ロイシン群（ロイシン，イソロイシン及びノルロイシン)，フエニルアラニン及びチロシンであつた。Kosikowsky (1951)[1] はこの他にチラミン，α-アミノ酪酸，γ-アミノ酪酸を記載しているが，それはチーズ製法の相違によるものと考えられる。

ハム中に見出だされた遊離アミノ酸は，シスチン，アスパラギン酸，グルタミン酸，グリシン，グルタミン，アラニン，リジン，アルギニン，メチオニン，プロリン，バリン，ロイシン群，フエニルアラニン及びチロシンであつた。

ベーコンについては，シスチン，アスパラギン酸，グルタミン酸，アスパラギン，グリシン，セリン，アラニン，ヒスチジン，リジン，アルギニン，メチオニン，プロリン，バリン，ロイシン群フエニルアラニン及びチロシンが認められた。

ソーセージについては，シスチン，アスパラギン酸，グルタミン酸，アスパラギン，グリシン，セリン，グルタミン，アラニン，スレオニン，ヒスチジン，リジン，アルギニン，メチオニン，プロリン，バリン，α-アミノ酪酸，ロイシン群，フ

(a)　チーズ

(b)　ハム

(c)　ベーコン

(d)　ソーセージ

第2図　チーズ，ハム，ベーコン及びソーセージ中の遊離アミノ酸のペーパークロマトグラム

Fig. 2　Paper chromatogram of the free amino acids in cheese, ham, bacon and sausage.

1. cysteic acid	8. alanine	15. α-aminobutyric acid
2. aspartic acid	9. threonine	16. valine
3. glutamic acid	10. histidine	17. leucines
4. asparagine	11. lysine	18. phenylalanine
5. glicine	12. arginine	19. tyrosine
6. serine	13. methionine-so	20. taurine
7. glutamine	14. proline	21. unknown

ェニルアラニン及びチロシンが見出され，尚その他に不明瞭であるがタウリンの斑点が認められた。

ハム，ベーコン及びソーセージの製造工程は相当異つているものであるが，ソーセージに於て前二者よりも稍多種類のアミノ酸が認められるのは，原料肉及び肉処理過程の多様性に基くものであろう。

尚製品により，ここに見出だされた以外のアミノ酸が存在し，或はここに掲げたアミノ酸を欠く場合のあることが想像せられる。全般にタウリン及びトリプトフアンの存在を予想したのであるがソーセージ中にタウリン様の斑点を認めたに止つた。

四つの試料を通じて，アスパラギン酸とグルタミン酸の間にかなり大きい黄色の斑痕を生ずるが恐らく塩類であろうと思われる。展開の際，分離し難いアスパラギン酸とグルタミン酸及びアルギニンとリジンは割に良く分離出来たが，ロイシン群とフエニルアラニンは分離し難く，これは斑点の端縁が頭を二つ生ずることから両者を識別した。

要　　約

代表的な畜産食品としてチーズ，ハム，ベーコン及びソーセージを選び，その中の水溶性蛋白分解物（主としてアミノ酸）をペーパークロマトグラフイによつて分析した結果，夫々18，14，15及び20個のアミノ酸を検出することが出来た。

文　　献

1） Kosikowsky, F, 1951 : J. Dairy pcience, 34, 228
2） 佐竹一夫，1949： 化学の領域，3，264.

Résumé

Paper partition chromatography was used in the analyses of water-soluble protein decomposition products of cheese, ham, bacon and sausage. 18, 14, 15 and 20 spots of amino acids were found respectively.